GRAĐEVINAR

1 ČASOPIS DRUŠTVA GRAĐEVINSKIH INŽENJERA I TEHNIČARA N. R. H.
GODINA XII. SIJEČANJ 1960.



INSTITUT ZA NUKLEARNA ISTRAŽIVANJA
»RUĐER BOŠKOVIĆ« U ZAGREBU

»GRAĐEVINAR«

GOD. XII. BROJ 1

SADRŽAJ

S. Lamer:
80 godina rada i djelovanja Društva inženjera i tehničara Zagreba 1

M. Žugaj:
Analiza hidroenergetskog bruto-potencijala pojedinih teritorija 7

V. Andrejev:
O optimalnom odnosu između težina pilota i bata i određivanju nosivosti pilota . . . 17

I. Papo:
Hrapavi asfalt 19

S naših i inostranih gradilišta
M. Jančiković: Rinfuzni prevoz cementa autotankerima i silaža na gradilištu 31

Iz inozemnih časopisa 34

Iz DGIT-a NR Hrvatske 34

Bibliografija 36

SARADNICI!
OLAKŠAJTE RAD REDAKCIONOM ODBORU I UREDNIKU

Ako želite da Vaš članak bude što prije objavljen, držite se uputa:

DVA PRIMJERKA tipkana na stroju potpuno spremna za štampu neophodno su potrebna; tipkanje PROREDOM sa slobodnim RUBOM 5 cm ŠIRINE s lijeve strane omogućuju unošenje potrebnih korektura na jasan i pregledan način;

CRTEŽI IZRAĐENI TUŠEM jedino mogu da se upotrebe za izradu klišeja; slova i brojke na crtežima moraju biti tako veliki, da nakon smanjenja na format lista (8 odn. 16,5 cm širine) budu najmanje 1 mm visoki; svi naknadni ispravci crteža idu na račun autora;

fotografije kontrastne na sjajnom papiru daju dobre klišeje;

popis crteža i slika s rednom numeracijom olakšava orijentaciju, pa se izbjegava zametanje; sve slike priložiti odvojeno od teksta;

jasno i koncizno izražavanje u duhu jezika olakšava čitanje i povećava razumljivost, a štedi i na skupocijenom prostoru u listu.

Više slika, manje teksta — Vašem će se radu pokloniti više pažnje!

Čitaoci traže više članaka na manje stranica; zadovoljite čitaoce, oni će Vam biti zahvalni!

Svi se objavljeni radovi honoriraju po tarifi, slike se računaju kao tekst.

RUKOPISI SE NE VRAĆAJU, zadržite za sebe kopiju!

Časopis izdaje: Društvo građevinskih inženjera i tehničara NRH, Zagreb, Berislavićeva ul. 6.

Glavni urednik: Dr. ing. Ervin Nonveiller
Tehnički urednik: Ante Nejašmić

Administracija: Zagreb, Berislavićeva 6 — Tel. 38-114 — Tek. račun kod Komunalne banke Zagreb 400-703-5-1151

Tisak »VJESNIK« – pogon »TIPOGRAFIJA«, Zagreb

GRAĐEVINAR

GOD. XII. SIJEČANJ 1960. BROJ 1

80 GODINA RADA I DJELOVANJA DRUŠTVA INŽENJERA I TEHNIČARA ZAGREBA*

Ing. **Stjepan Lamer**, Zagreb

Osnivanjem Kluba inženjera i arhitekata u Zagrebu god. 1878. i Šumarskog društva 1877. udareni su temelji Društvu inženjera i tehničara u našoj zemlji. Od prvih dana osnivanja tih naših stručnih organizacija kroz više od 80 godina do danas njihov razvoj i djelatnost odvijali su se u pojedinim etapama pod vrlo različitim uslovima državnog i društvenog uređenja. Društvo inženjera i tehničara Zagreba formirano je za vrijeme Austro-Ugarske, te kroz period bivše Jugoslavije i okupacije zemlje u II. svjetskom ratu radi i djeluje stalno pod vrlo teškim uslovima sve do Oslobođenja 1945. godine, kad dolazi period brzog i naglog razvoja društvenih organizacija inženjera i tehničara.

Sav rad i cjelokupna djelatnost ove društvene organizacije kroz period od 80 godina ukazuje na čitav niz značajnijih i uspješnih inicijativa, ostvarenja i rezultata postignutih i pod vrlo teškim i nepovoljnim uslovima tadanjih režima.

U ovim proteklim periodima bili su vrlo različiti uslovi za rad tehničkih stručnjaka na svim područjima djelovanja. Uporedo sa stanjem i razvojem društvenih i političkih prilika u zemlji i svijetu mijenjala se uloga i aktivnost inženjera i tehničara, kao i oblici njihovih organizacija. U tom razvoju Društva inženjera i tehničara prošla su vrlo raznovrsnu i bogatu djelatnost od ranijih usko staleških funkcija do današnjih u socijalističkoj Jugoslaviji, kad je došlo do najšire i svestrane djelatnosti na svim područjima tehnike, a posebno do vrlo aktivnog učešća inženjera i tehničara u brojnim društvenim i političkim organizacijama i javnom životu naše zemlje.

U Hrvatskoj su bile vrlo teške prilike, kad se godine 1878. pristupalo osnivanju Društva, jer su pored ostalih nedaća domaći stručnjaci zapostavljani u odnosu na privilegirane strance, ali upravo te teške prilike okupile su ih u prvi Klub inženjera i arhitekata u Zagrebu. Taj klub je ustvari njihovo staleško i kulturno društvo, koje uglavnom u tom pravcu djeluje kroz prvih 30 godina rada. U njemu su bili okupljeni samo inženjeri i arhitekti. Prva društvena organizacija tehničara (graditelja) osnovana je 1896. godine u Zagrebu. Osnovala ju je prva generacija svršenih graditelja na novoj Zagrebačkoj graditeljskoj školi pod nazivom »Apsolventi graditeljske škole« u Zagrebu. To udruženje se kasnije u 1919. godini oformilo u Društvo graditelja Hrvatske i Slavonije.

Klub inženjera i arhitekata imao je kod osnivanja 1878. godine 83 člana, i to uglavnom građevinara i nešto arhitekata. Drugih struka — osim šumara — gotovo još i nema, jer se tada kod nas na polju tehnike jedino razvijala građevinska i arhitektonska djelatnost.

Nakon 6 godina rada po osnivanju »Klub inžinirah i arhitektah« u Zagrebu mijenja naziv u »Društvo inžinira i arhitekta« u Zagrebu, te kasnije, 1894. god., u »Društvo inžinira i arhitekta« u Hrvatskoj i Slavoniji. Društvu pristupaju sve brojniji stručnjaci, pa ova društvena organižacija pomalo prerasta iz lokalnih zagrebačkih okvira u organizaciju za šire područje Hrvatske.

Godine 1895. dolazi do posjeta ovog Društva Udruženju srpskih inženjera u Beogradu, nadalje Tehničkom klubu u Sarajevu i posjete Društva inženirjev iz Ljubljane. Ti posjeti imaju vrlo velik značaj, jer po prvi puta dolazi do uzajamnih posjeta i stvaranja dobrih veza među stručnjacima Hrvatske, Srbije, Bosne i Slovenije.

Godine 1910. osnovana je društvena organizacija inženjera i arhitekata u Splitu. Njen rad i razvoj su od vrlo velikog značaja, jer je ova organizacija na području Hrvatske stalno pokazivala vrlo veliku aktivnost i borbenost u ispoljavanju naprednih pogleda i stavova.

Značajno je napomenuti, da i pored vrlo malog broja inženjera u Društvu Zagreb (svega 83 člana) u to vrijeme vlada nezaposlenost u ovoj struci, pa je Klub bio znatno i stalno angažiran oko problema upošljavanja svog članstva i protiv privilegiranih položaja stranih struč-

---

* Referat održan 10. XII. 1959. na Svečanoj akademiji u Zagrebu.

njaka. U tom periodu od 1878. do 1918. razvila se za tadanje prilike vrlo značajna izdavačka djelatnost, pa je na tom području učinjen velik i pionirski posao. To tim prije, jer se u Hrvatskoj tada nije raspolagalo s ni kakvom stručnom tehničkom literaturom. Ubrzo nakon osnivanja prve društvene organizacije već god. 1880. izlaze »Vijesti« Kluba inžinira i arhitekta u Zagrebu, a nakon 1911. godine postaju stručno i službeno glasilo ujedno i za Društvo inžinirjev u Ljubljani i za Društvo u Splitu. Time »Vijesti« u Zagrebu postaju redovni mjesečni stručni časopis za cijelu Hrvatsku i Sloveniju, a 1914. mijenjaju naziv u »Inženjer«.

Pored znatne aktivnosti društva oko stručnog časopisa, ono postaje pokretač mnogih akcija. Član kluba ing. S. Bukl izdaje god. 1881. prvi rječnik njemačko-hrvatskog nazivlja. Nadalje se izdaju »Građevni pristojbenik« i »Hrvatski građevni oblici«, na kojima su 30 godina radili arh. Martin Pilar i arh. Janko Holjac. Izdanje rječnika i pristojbenika u velikoj mjeri su doprinijeli uvođenju i upotrebi domaće terminologije, jer su se dotada upotrebljavali isključivo strani nazivi.

U periodu do formiranja Tehničkog fakulteta u Zagrebu svi inženjeri i arhitekti školuju se u inozemstvu, i to obično u Budapestu, Beču, Grazu, a kasnije i u Češkoj. Društvo inženjera i arhitekata daje radi toga već god. 1898. inicijativu za osnivanje i izgradnju Tehničke visoke škole u Zagrebu. Borba sa tadanjim režimom za otvaranje Visoke tehničke škole trajala je punih 20 godina i konačno je, zahvaljujući zalaganju članova Društva, došlo do njenog formiranja i upisa prvih studenata u 1919. godini. To je bilo od velike važnosti za dalji odgoj i školovanje novog kadra domaćih inženjera i arhitekata.

Graditelji (tehničari) bili su u tom pogledu u povoljnijem položaju, jer u Zagrebu već od 1892. god. postoji i radi Graditeljska škola, koja nakon 1918. god. mijenja naziv u Srednja tehnička škola. 1920. god. osnovana je takova škola i u Splitu.

Treba napomenuti, da je na inicijativu Društva šumara 1898. osnovana Šumarska akademija u Zagrebu, koja je u 1919. pretvorena u Poljoprivredno-šumarski fakultet.

Završetkom I. svjetskog rata i nastankom bivše Jugoslavije ranije Društvo u Zagrebu uklapa se 1919. u jedinstveno »Udruženje jugoslavenskih inženjera i arhitekata« sa sekcijom Udruženja u Zagrebu.

Prilike nakon I. svjetskog rata dovode do bržeg razvoja industrijske proizvodnje, do jačeg prodiranja inozemnih eksploatora i do periodičnih ekonomskih kriza. Klasna svijest proletarijata sve očitije se formira, pa takovi novi uslovi daju radu Udruženja jugoslavenskih inženjera i arhitekata, a posebno Sekciji u Zagrebu i u Splitu, nov, određen i sve borbeniji karakter. Udruženje inženjera izlazi iz ranijih uskih okvira čistih staleških i tehničkih pitanja i postepeno sve više zahvaća i ulazi u brojne probleme privrednog, društvenog i političkog života zemlje. U tom periodu dolaze nove generacije stručnjaka, koje se sve jače okupljaju oko novo formiranih stručnih klubova, na koje se postepeno sve više prenosi težište društvenog rada.

Velika privredna kriza 1929. god., koja je tada zahvatila cijeli kapitalistički svijet, dovela je do zastoja i na području tehničkih grana i do vrlo osjetljive nezaposlenosti inženjera i tehničara, a to se prvenstveno odrazilo u redovima mladih stručnjaka.

Dalji razvoj društvenih i političkih zbivanja, a posebno periodične ekonomske krize sve više i brže jačaju revolucionarne ideje i pokrete u redovima radničke klase i napredne inteligencije. U formiranju svjesne i organizirane akcije i borbe odlučujući značaj imala je Komunistička partija Jugoslavije, koja je okupila i predvodila u toj borbi sve napredne snage u zemlji.

Sva ta društvena i politička zbivanja došla su naravno postepeno do sve jasnijeg izražaja i unutar društva inženjera i arhitekata i društva graditelja.

Položaj diplomiranih tehničara bio je u staroj Jugoslaviji vrlo težak, pa su pred ovim društvom stajali veliki problemi. Oni su se u prvom redu morali boriti, da se njihovoj školi prizna odgovarajući stručni stepen, jer nije bilo dopušteno dalje školovanje na fakultetima i slično.

Mladi inženjeri i tehničari su na poticaj Kluba kemičara u vezi problema sve veće nezaposlenosti osnovali 1930. g. »Komitet za zaštitu staleških interesa«, odnosno kasnije »Privredno-socijalni komitet«, a također se osniva i prva radna zadruga arhitekata. Taj komitet vodi brigu za ublaženje položaja nezaposlenih stručnjaka i vodi borbu protiv favoriziranja stranih inženjera i tehničara i protiv izrabljivanja od poslodavaca. Oko tog Komiteta formiraju se naprednije snage društva i odatle potiču mnoge akcije protiv sve inertnije generacije u rukovodstvima društva. Godine 1932. došlo je do oštrog sukoba između »mladih« i »starih« u vezi s prijedlogom Zakona o ovlaštenim inženjerima. Mladi vrše pritisak, ruše staru upravu i na izvanrednoj skupštini je izrađen kompromisni prijedlog Zakona, u kome su

došli do izražaja i zahtjevi mlađe generacije. Na čelu tih akcija stajali su politički napredni inženjeri i tehničari, pa je taj uspjeh znatno ojačao njihov ugled u daljem radu društva. Taj utjecaj stručnjaka ljevičara odsada dolazi sve više do izražaja u izradi referata o aktuelnim pitanjima, kod izrade rezolucija, u diskusijama društva, u problemima nezaposlenosti, tehničkoj nastavi i t. d. Napredne snage u društvu sve više uspijevaju sprečavati reakcionarne akcije i stavove, tako da društva inženjera i tehničara postepeno postaju platforma za javno iznošenje naprednih gledanja.

U tehničkoj štampi i stručnim listovima društvenih organizacija inženjera, arhitekata i tehničara pojavljuju se sve više materijali i članci naprednih stručnjaka, koji doprinose pravilnom i jasnom sagledavanju mnogih problema, o kojima se u tadanjim uslovima jedva smjelo govoriti. Tako među ostalima u »Tehničkom Listu« god. 1933. Ing. Zvonko Kavurić daje osvrt uz izložbu »Zemlje«. U razmatranju problema izgradnje stanova on daje oštru kritiku na izrabljivanje kućevlasnika, kritiku na rente kućevlasnika, koje su najveće upravo iz najlošijih stanova i sl. Pored ostalog tu ing. Kavurić napada čitav tadanji sistem individualističkog načina proizvodnje, kome ne mogu pomoći ni najbolje intencije i sposobnost stručnjaka, ako nemaju za bazu plansku kolektivnu izgradnju gradova i t. d.

Sve češći su i sve glasniji takovi i slični napredni stavovi mnogih inženjera, arhitekata i tehničara. Stručna udruženja u to vrijeme već predstavljaju često uporišta ilegalnog rada Partije, pa se u njihovim prostorijama održavaju ilegalni sastanci.

Postepeno od 1932. god. napredni članovi društva inženjera i tehničara odigravaju sve važniju ulogu, ulaze u uprave društava i sve više ih preuzimaju, pa na koncu pred rat uzimaju de facto u ruke i potpuno idejno vodstvo.

U vezi s predstojećom promjenom društvenog ustava i reorganizacijom Udruženja jugoslavenskih inženjera i arhitekata u savez samostalnih društava kroz više godina dolazi do velike inicijative i akcije Sekcije Zagreb, koja izrađuje novi prijedlog ustava Jugoslavenskog udruženja i tokom vremena uspijeva za taj napredni prijedlog pridobiti većinu ostalih sekcija u Jugoslaviji.

Upravo u tim godinama borbe za novi napredni ustav Saveza inženjerskih društava Jugoslavije, kojim se reorganizira staro Jugoslavensko udruženje, ova borba je još više zbila redove naprednih članova i uputila ih na veću međusobnu suradnju u čitavoj zemlji. U Zagrebu napredni članovi društva i komunisti, na čelu sa ing. Zvonkom Kavurićem, ing. Hrvojem Korporićem, ing. Milovanom Kovačevićem i mnogim drugima predvode Sekciju Zagreb u borbi protiv reakcionarnih stavova. Oni se iz Zagreba povezuju sa sekcijama društva u Skoplju, Sarajevu, Splitu i drugima i time osiguravaju, da je novi prijedlog ustava konačno usvojen.

Ta suradnja sa ostalim sekcijama bila je olakšana time, što su već i u njihovim upravama bili mnogi napredni članovi.

Ova zajednička akcija zagrebačke i ostalih sekcija Udruženja konačno je urodila plodom na XX-toj glavnoj godišnjoj skupštini u Novom Sadu, kad je osnovan Savez inženjerskih društava Jugoslavije, a ranije sekcije su prerasle u Društva, pa tako i u Zagrebu. Time je bio postignut velik uspjeh i dane su šire mogućnosti za dalji samostalniji razvoj i jačanje svih društava u zemlji.

Pored toga godišnja skupština u Novom Sadu i godinu dana raniji Kongres u Sarajevu donose značajne rezolucije, u kojima iznose niz problema, traže i daju prijedloge za njihovo rješavanje, kao šta su na pr.: pitanje teškog ekonomskog položaja mnogih stručnjaka, problemi osiguranja za slučaj bolesti i nezgoda, pitanje školovanja i nastavnog kadra, otežavanje od strane državnih vlasti da se prime u službu žene-stručnjaci, problemi samovoljnog otpuštanja iz službe, protestira se protiv postupaka sa političkim zatvorenicima, traži se sloboda zbora i dogovora i sl.

U naprijed navedenom radu i razvoju Društva u proteklom periodu između dva svjetska rata, pored iznesenog, značajnu ulogu je imao i rad na stalnom uređivanju društvenog glasila »Vjesnik«, odnosno kasnije »Inženjer« i »Tehnički list«, pa opet »Inženjer«.

U okvirima ondašnjih materijalnih i društvenih prilika nivo uređivanja u stručnom pogledu bio je na zamjernoj visini. Tokom vremena na uređivanju Tehničkog Lista imali su vidnog utjecaja napredni članovi društva, pa se to sve jače ogledalo u sadržaju lista (ima sve više članaka o opće-društvenim pitanjima, marksističkih članaka o uzrocima krize i t. d.).

U 1940. godini u Skoplju održan je posljedni predratni kongres Saveza inženjerskih društava. Na tom kongresu većina zagrebačkih aktivnih delegata bili su ljevičari, a također je tako bilo i sa većinom ostalih sekcija. Na tom kongresu je donesena rezolucija, kojom se tražila demokratizacija zemlje, osiguranje svih političkih sloboda, oslobođenje političkih osuđenika i t. d. Na posljednjoj plenarnoj sjednici Saveza, održanoj u Zagrebu u oktobru 1940.,

manjina delegata na čelu sa predsjednikom napušta rad, jer većina predvođena naprednim članovima donosi zaključak o delegiranju predstavnika Saveza u Središnji akcioni odbor državnih službenika radi zaštite njihovih interesa ugroženih smanjenjem plaća.

Taj i slični sukobi bili su znak i posljedica vrlo jake zaoštrenosti klasnih suprotnosti unutar Saveza uoči II. svjetskog rata.

Jasni i odlučni stavovi naprednih stručnjaka ukazuju, da su oni časno izvršili svoju ulogu avangarde tehničkih stručnjaka, pa su takovim radom usmjerili svoje stručne organizacije u redove boraca za slobodu i napredaknaroda.

Sa slomom stare Jugoslavije u 1941. god. prestaje dalje postojanje Saveza inženjerskih društava Jugoslavije. Društvo inženjera u Zagrebu i Društvo graditelja Hrvatske nastavljaju kroz okupaciju i dalje radom sa sastavima odbora, u kojima ima komunista i znatan broj ostalih naprednih članova. To je osiguralo, da Društva ne dođu pod utjecaj okupatora i njegovih sluga, već postaju centri, u kojima se pod vidom pasivne rezistencije razvija ilegalni aktivni otpor ratnim zavojevačima i reakcionarnim snagama.

U redovima Društva inženjera i tehničara Hrvatske bili su tada mnogi komunisti, koji su bili članovi pokrajinskih i partijskih komiteta partije, te mnogi odlučni borci kao ing. Zvonko i Stjepan Kavurić, ing. Slaviša Weiner-čiča, ing. arh. Milovan Kovačević i mnogi drugi.

U prostorijama Društva u Zagrebu održavali su se ilegalni sastanci, umnožavao propagandni materijal za ilegalnu borbu i sl. Svakako, redovi naprednih stručnjaka u odboru Društva tokom vremena znatno su se prorijedili njihovim odlaskom na oslobođeno područje ili zbog hapšenja.

Za vrijeme okupacije, u Društvu inženjera i tehničara Hrvatske 1941. godine arh. Zvonko Kavurić sa ostalim članovima Društva organizirao je borbeni aktiv, pa su njegovi članovi kasnije sačinjavali okosnicu i jezgru stručnog Narodno-oslobodilačkog odbora, koji je okupljao za vrijeme rata sva intelektualna zvanja i bio je u stvari organiziran kao ilegalni sindikat službenika. U polovici 1944., kada herojskom smrću pada ing. Zvonko Kavurić, ta organizacija, čiji je on osnivač, broji oko 520 članova iz samog Zagreba.

Pored toga, aktiv Društva inženjera i tehničara Hrvatske održavao je za vrijeme okupacije vezu sa pojedinim inženjerima i tehničarima aktivistima van Zagreba, pa je i iz njihovih redova veliki broj stručnjaka stupio u aktivnu borbu protiv okupatora.

Međutim treba napomenuti, da široka i dinamična aktivnost »stručnog Narodnog odbora Zagreba« ne predstavlja jedinu jezgru organizirane borbe tehničke inteligencije Hrvatske za vrijeme okupacije. U Zagrebu su bili brojni inženjeri i tehničari uključeni u tvorničke i radioničke organizacije, pa je za čitavo vrijeme okupacije bar po jedan inženjer i tehničar član mjesnog komiteta partije ili ilegalnog mjesnog odbora fronta. Naročito treba istaći pored toga vrlo veliko brojno učešće tehničke inteligencije svih struka sa područja cijele Hrvatske u akcijama Narodno-oslobodilačke borbe.

U redovima Narodno-oslobodilačke borbe inženjeri i tehničari nalazili su se na svim mjestima od boraca sa puškom u ruci do organizatora tehničkih poslova.

Kod formiranja aparata ZAVNOH-a i njegovih tijela, kad je trebalo organizirati pripremu većih tehničkih zahtjeva i obnovu zemlje, do znatnog izražaja dolazi učešće tehničke inteligencije. Inženjeri i tehničari u to vrijeme u ZAVNOH-u na Kordunu vrše dužnosti predsjednika odjela za tehničke radove, za rudarstvo, za obnovu, te za poljoprivredu i šumarstvo.

Pored toga, ZAVNOH u svome aparatu ima u 1944. god. 30 inženjera i tehničara, a glavni štab Hrvatske nekoliko inženjera i veći broj tehničara.

Inženjeri i tehničari rukovode radovima na uspostavi saobraćaja, izgrađuju se mostovi, uređuju željezničke pruge, osposobljavaju električni dalekovodi i centrale, popravljaju i stavljaju u pogon mnoge tvornice, popravljaju kuće i t. d. Dok pojedine grupe tehničkih stručnjaka rade na obnovi zemlje, dotle istodobno drugi organiziraju radionice, koje će osposobiti za dalju borbu zarobljene i oštećene neprijateljske tenkove i druga oružja i slično.

Tako tokom čitave Narodno-oslobodilačke borbe brojni inženjeri i tehničari uzimaju aktivno učešće na raznim zadacima, dajući svoj doprinos za pobjedu Revolucije.

Tokom rata uključilo se u Narodno-oslobodilačku borbu oko 900 inženjera i tehničara svih struka, od čega je bilo oko 400 stručnjaka direktno u jedinicama NOV i organima narodne vlasti na oslobođenom području, dok su ostali bili obuhvaćeni ilegalnim organizacijama na raznim područjima. U Narodno-oslobodilačkoj borbi oko 75 inženjera i tehničara Hrvatske dalo je svoje živote za uspjeh borbe i revolucije i za stvaranje boljih dana novih generacija.

Oslobođenje naše zemlje u novoj socijalističkoj Jugoslaviji stvorilo je izvanredne uslove za ogroman i svestran stvaralački elan naših inženjera i tehničara. Velika većina stručnjaka

dala se neviđenim zalaganjem na posao obnove opustošene zemlje u prvim godinama rata, a nakon toga na izgradnju novih tvornica, industrija, saobraćajnica i t. d. Dovršavajući 1945. god. i početkom 1946. god. najosnovnije poslove na obnovi zemlje, inženjeri i tehničari prilaze formiranju svojih novih stručnih organizacija.

U maju 1946. god. u Zagrebu je održan I. kongres inženjera i tehničara FNRJ i Osnivačka skupština Saveza društava inženjera i tehničara Jugoslavije. Uporedo s time formirana su u svim Narodnim Republikama republička društva inženjera i tehničara. U Hrvatskoj dotadanje društvo inženjera i društvo graditelja formiraju jedinstveno Društvo inženjera i tehničara Hrvatske (DITH) sa sekcijama za svaku struku. Usvajanjem takove organizacione forme inženjeri i tehničari okupili su se zajedno u jednom društvu, što je omogućilo bolju koordinaciju rada i davanje veće pomoći u izgradnji zemlje.

Poslijeratni tehnički razvoj naše zemlje, znatno povećanje broja stručnjaka i proširenje njihovih djelatnosti i akcija zahtijevaju, da se 1951. god. dotadanje stručne sekcije formiraju u samostalna republička stručna društva, na čelu sa Savezom društva inženjera i tehničara Hrvatske, koji vrši ulogu koordinatora zajedničkih akcija.

U vezi tako provedene organizacije, sada u Narodnoj Republici Hrvatskoj ima 13 stručnih društava: agronoma, arhitekata, rudara i metalurga, strojara, šumara, tekstilaca i društvo za zaštitu materijala. U redovima tih društava sada je učlanjeno 9.550 inženjera i tehničara.

Pored tih 13 stručnih društava sa sjedištima u Zagrebu (izuzetak brodari na Rijeci), formirana su kotarska društva inženjera i tehničara u svim većim kotarima, a učlanjena su u Savez inženjera i tehničara Hrvatske. God. 1958. osnovano je ponovno Društvo inženjera i tehničara Zagreb, koje objedinjuje i koordinira rad njihovih stručnih organizacija na području grada Zagreba. Proširena djelatnost inženjera i tehničara pojedinih struka nije se više mogla zadovoljiti samo sa općim glasilom Saveza društava »Tehnika« u Beogradu, pa postepeno dolazi do izdavanja časopisa pojedinih stručnih društava, tako da sada u Zagrebu izlaze ovi stručni časopisi: »Agronomski glasnik«, »Arhitektura«, »Čovjek i prostor«, »Geodetski list«, »Građevinar«, »Ceste i mostovi«, »Kemija u industriji«, »Elektrotehnika«, »Šumarski List« (izlazi od 1877. god.), »Tekstil«, »Strojarstvo« i »Informativni bilten«.

Iz ovoga vidimo, da nakon Oslobođenja dolazi do ogromne društvene djelatnosti svih struka inženjera i tehničara, jer uslovi razvoja nakon Oslobođenja u socijalističkoj Jugoslaviji omogućuju bogat i raznovrstan rad i razvoj tehničkoj inteligenciji.

Pred tim društvima više ne stoje ranije gotovo nerješivi problemi, za koje su se morale boriti tadanje generacije kao što su: osnivanje viših tehničkih škola ili fakulteta, ravnopravnost žena u zaposlivanju, briga za nezaposlene stručnjake, izrabljivanje poslodavaca i sl. Sva ta pitanja riješena su u našem društvenom uređenju, ali naravno, pred inženjerima i tehničarima pojavljuju se sada novi zadaci i problemi, koje treba rješavati u okviru društvenih organizacija i na drugim mjestima.

Inženjeri i tehničari bore se sada u prvom redu na svojim radnim mjestima za višu produktivnost rada, za uvođenje novih metoda rada, osposobljavaju se za primjenu elektronike i automatizaciju u industrijskim i drugim poduzećima, rješavaju probleme u pravcu kooperacije i udruživanje u radu pojedinih privrednih grana i t. d. Danas se pred naše stručnjake u privrednim i drugim organizacijama više ne postavlja samo problem postepenog ili malog godišnjeg povećanja proizvodnje i slično. Danas je potrebno, da oni zajedno sa svojim radnim kolektivima budu borci i nosioci koncepcija u proizvodnju i iznalaženju takovih zahvata, tehničkih i drugih rješenja, koja će za nekoliko puta, za mnogo puta uvećati i znatno ubrzati sada uobičajenu proizvodnju na polju poljoprivrede, industrije, građevinarstva i t. d. Tu inženjeri i tehničari moraju biti smioni nosioci novih koncepcija i borci za primjenu savremenih metoda i iskustava, a to mogu biti samo nda, ako ih dobro poznaju, pa je na društvima inženjera i tehničara, da njihovo članstvo stalno i budno prati svaki razvoj i nova dostignuća u nauci i tehnici.

Danas inženjeri i tehničari mogu biti smioni nosioci veće produktivnosti i novih metoda rada, jer rade zajedno i rame uz rame sa radničkom klasom svojih radnih kolektiva, a naš sistem radničkog samoupravljanja udario je temelje punom međusobnom razumijevanju i omogućava da zajednički rješavaju te i sve ostale zadatke u svojim kolektivima.

Društveno i političko uređenje nove Jugoslavije dalo je inženjerima i tehničarima mogućnosti punog razvoja stvaralačkog elana i oslobodilo je njihove ranije sputavane sposobnosti i želje, da svoje znanje stave u službu zemlje, za njen brzi razvoj i napredak. Oni su danas, pored rada na tehničkim poslovima, razvili vrlo veliku i svestranu aktivnost na ostalim područjima društvenih i političkih akcija i zbivanja.

O tome najbolje svjedoči činjenica, što se velik broj inženjera i tehničara nalazi u redovima Saveza Komunista, pa oni u političkom, privrednom i javnom životu danas zauzimaju vrlo brojne odgovorne i rukovodeće funkcije, rade i surađuju u nizu savjeta, komisija i u brojnim organima vlasti i društvima, stavljajući stečeno znanje i iskustvo na korist cijele zajednice.

Pored toga, u nizu važnih pitanja, koja stoje pred Društvima inženjera i tehničara, posebno mjesto zauzimaju problemi reforme visokoškolskih studija.

Suvremena dostignuća tehnologije i nauke neodgodivo zahtijevaju, da se s time usklade i temeljito reformiraju dosadašnji oblici školovanja tehničke inteligencije. Moderna proizvodnja tako se razvija, da više ne počiva na nekvalificiranom radniku, već su joj potrebni u prvom redu tehničari, inženjeri i primjena nauke. Takav razvoj zahtijeva, dakako, sve veći broj inženjera i tehničara sposobnih za praksu i teoriju. Najnovija razmatranja tih pitanja u svim zemljama svijeta sa socijalističkim i kapitalističkim poretkom ukazuju na sve veći problem oskudice u tehničkim i naučnim kadrovima. Osjeća se neodgodiva potreba da se poduzmu hitne mjere za školovanje tih kadrova. Uporedo s time zapažaju se u mnogim zemljama tendencije nekih postojećih starih fakulteta, da se udruženo bore protiv novih progresivnih oblika školovanja. Naročito se daje otpor školovanju ljudi iz prakse i otpor svemu što nije u okviru starih tradicija izobrazbe. Brza izobrazba velikog broja stručnih kadrova postala je danas problem broj jedan cijelog svijeta: njime se danas već bave mnoge države, te pronalaze razne metode i mogućnosti njegovog rješavanja.

Za nas je taj problem isto tako vrlo značajan i aktuelan i posvećuje mu se sve veća pažnja. Pored toga kod nas se već pristupilo i praktičnom rješavanju izobrazbe kadrova, otvaranjem tehničkih škola novog tipa i slično.

Ova naša proslava 80-te godine postojanja Društva inženjera i tehničara odvija se u doba ogromnih i naučnih dostignuća. Taj tempo razvoja može u daljem bliskom periodu biti još samo brži i smjeliji u otkrivanju i pronalaženju novih dostignuća i uspjeha.

Zato slaveći 80-tu godišnjicu našeg Društva moramo imati na umu, da ovoj našoj eri ogromnog i brzog razvoja nauke, tehnike i privrede treba mnogo i mnogo sposobnih inženjera i tehničara, pa moramo sve snage posvetiti njihovoj izobrazbi u dovoljnom broju i dovoljno brzo. U odgoju toga kadra naša Društva moraju se založiti i u tome pravcu, da naši novi stručnjaci stave stečena tehnička i ostala znanja ne samo za što bolji i brži razvoj naše zemlje, već da dadu svoj doprinos i za što bolju suradnju i razumijevanje sa ostalim stručnjacima i narodima drugih zemalja.

Sa posebnom radošću ističemo, da proslavu 80-te godišnjice osnivanja Društva inženjera i tehničara slavimo u jubilarnoj godini proslave 40-te godišnjice Saveza komunista Jugoslavije, od kojega su se inženjeri i tehničari godinama učili i napajali naprednim idejama i revolucionarnim duhom.

Sjećajući se proteklog perioda i rada našeg Društva možemo odati puno priznanje njegovim brojnim članovima, koji su kroz niz godina aktivno i vrlo korisno radili i rade u njegovim redovima.

Inženjeri i tehničari Hrvatske radit će sigurno i u buduće nesmanjenim zalaganjem da održe i dalje svjetle tradicije svojih redova, dajući sve svoje znanje i sposobnosti za što brži i bolji napredak i razvoj naše socijalističke domovine.

ANALIZA HIDROENERGETSKOG BRUTO-POTENCIJALA POJEDINIH TERITORIJA*

Prof. Ing. **Mladen Žugaj**, Zagreb

I. Uvod

Sistematsko proučavanje vodnih snaga nekog područja nužno počinje od analize hidroenergetskog bruto-potencijala.

Pod hidroenergetskim bruto-potencijalom jednog teritorija razumijeva se ukupna energija voda, koje se na tom teritoriju prirodno pojavljuju, a ta se energija računa s obzirom na neki niži horizont, ne uzimajući u obzir nikakove gubitke na padu.

Prateći kretanje voda po reljefu terena uočavaju se tri karakteristične etape puta vode, u kojima će biti korisno izraziti hidroenergetski potencijal. Te tri etape su:

1. pojava oborinom palih voda na površini terena,
2. otjecanje voda cjelokupnim reljefom terena i
3. tečenje voda koncentriranim tokovima.

Svrha ovog elaborata je da dade praktične metode, koje će omogućiti razmjerno brzo dobivanje preglednih podataka o energetskom bruto-potencijalu voda u tri gore spomenute etape vodnih puteva. Pri tom se nastojalo metode prilagoditi slučajevima, kada se raspolaže s minimalnim temeljnim podacima, koji treba da posluže razradi. Tome se težilo sa ciljem, da se omogući primjena tih metoda u krajevima nižeg tehničkog razvitka, gdje se redovno oskudijeva na pojedinim podacima (na pr. hidrometrija i sl.).

II. Bruto energija oborina na reljefu terena

Bruto energija oborina na reljefu terena predstavlja ukupnu potencijalnu energiju godišnjih oborina, računatu od nivoa, na kojem je oborina pala na teren, pa do nekog određenog horizonta (razina mora, ušće rijeke i sl.). Kod toga se ne uzimaju u obzir nikakvi gubici (isparavanje, resorpcija vegetacije i sl.).

Bruto enegija oborina na reljefu terena predstavlja maksimalnu vrijednost prirodne hidroenergije. Pojedini dijelovi ukupne količine te energije — nakon što se ona smanji u proporciji isparivanja i praktički zanemarljive veličine resorpcije bilja — djelovati će na reljefu terena, a jednim svojim dijelom pružati mogućnost za korištenje vodnih snaga. Smisao izračunavanja energije oborina je u tome, što ono

— daje osnovni uvid u teritorijalnu koncentraciju energije i relacije između energetskih potencijala pojedinih područja,

— daje bazu za ocjenu veličine energije otjecanja na reljefu terena i energije vodnih tokova,

— služi za kontrolu proračunatih veličina energije otjecanja i energije vodnih tokova,

— omogućuje da se nakon utvrđivanja zakonitosti u odnosima između energije oborina, otjecanja i vodnih tokova upotpunjuju i ocjenjuju nedostatni podaci.

Energiju oborina prikazuje opći izraz:

$$W_{ob} = \frac{\int_{o}^{F} H \cdot h \cdot dF}{0{,}367} \qquad (1)$$

ili, sa konačnim veličinama,

$$W_{ob} = \frac{\sum_{o}^{F} H \cdot h \cdot \Delta F}{0{,}367} \qquad (1a)$$

gdje je

W_{ob}	bruto energija oborina na reljefu terena (kWh),
H	relativna visina terena iznad horizonta, na koji se računa energija (m),
h	visina godišnjih oborina (mm),
F	horizontalna površina područja, za koje se računa energija (km^2),
dF ili ΔF	elementarna površina terena, na koju se odnosi H i h (km^2).

Za taj se račun uzimaju oborine za godinu srednje vlažnosti i prosječnog karaktera teritorijalne raspodjele padavina. Ti će se podaci dobiti najispravnije na temelju prosječne izohijetske karte, konstruirane iz podataka što dužeg niza godina. Prema tome radi se sa karakteristikama jedne fiktivne — teoretske godine, koja u stvari sažima osebine niza realnih godina. Takav će način nadomjestiti potrebu proračuna energije za svaku od niza realnih godina i izračunavanje srednje vrednosti rezultata.

Namjesto računa po prosječnoj izohijetskoj karti može se računati i s jednom realnom godinom srednje vlažnosti, no u tom slučaju je važno, da i raspodjela oborina odgovara prosječnom karakteru rasporeda po terenu. Kako jedna realna godina nikada ne će u potpunosti zadovoljiti spomenuta dva uslova, to će tako dobiveni energetski rezultati biti više ili manje približni.

---

* Habilitacijski rad na Arhitektonsko-građevinsko-geodetskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Članovi komisije: Prof. Dr. Ing. Ante Franković, Prof. Ing. Rudolf Broz i Prof. Ing. Miroslav Gjurović. Ovdje nisu štampani 1. Proračun podataka za tab. sl. 3, i 2. Izvadak iz hidroenergetske analize područja rijeke Namyinhka.

Osim toga važno je, da se i energija otjecanja na reljefu terena i energija koncentriranih vodnih tokova računa na osnovu podataka istog perioda.

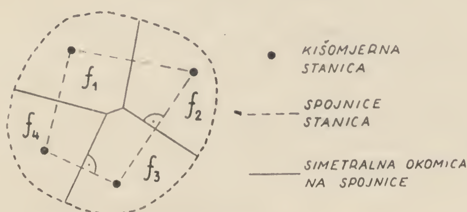
Metode za proračun bruto energije oborina

1. Metoda proračuna po srednjim vrijednostima

Ako se sa H_s označi srednja relativna visina terena iznad horizonta, za koji se računa energija (na pr. ušće rijeke), sa h_s srednja visina godišnjih oborina promatranog područja, a sa F površina tog područja, bruto energija oborina bit će dana izrazom:

$$W_{ob}^{(kWh)} = \frac{H_s^{(m)} \cdot h_s^{(mm)} \cdot F^{(km^2)}}{0{,}367} \qquad (2)$$

Budući da je ta metoda približna, u najviše će slučajeva (uz pretpostavku, da na promatranom području imade dovoljno dobro raspoređenih ombrometrijskih stanica) biti opravdano da se srednja oborina odredi po postupku Thiessena, koji je daleko brži od određivanja srednje oborine iz izohijeta, a greške nisu velike. Ilustraciju tog postupka daje slijedeća skica na sl. 1.



Sl. 1: Ilustracija postupka Thiessen-a

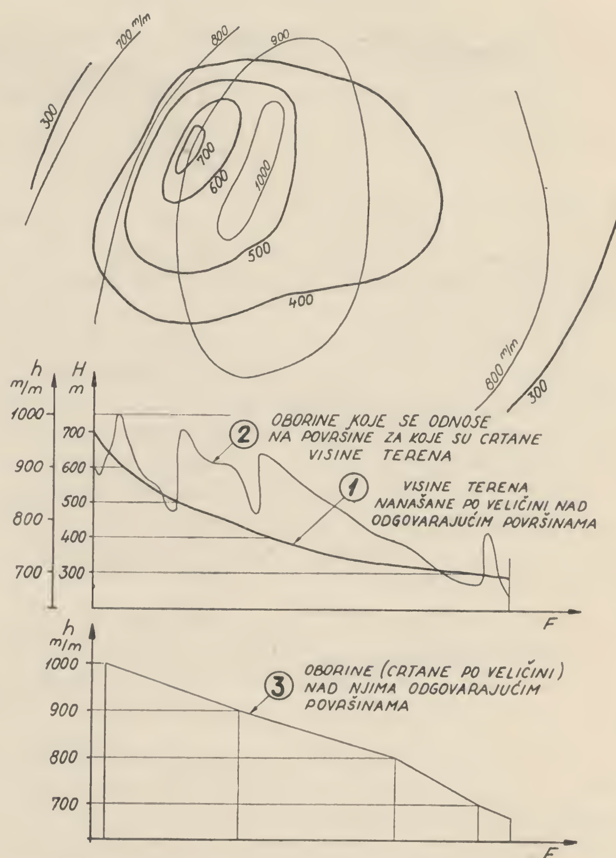
Srednja oborina dobiva se prema formuli

$$h_s = \frac{\Sigma h_x \cdot f_x}{F} \qquad (3)$$

gdje je h_x srednja godišnja visina oborine na stanici x, f_x opisanom metodom dobivena pripadna površina na stanici x, a F ukupna površina (Σf_x).

Na temelju tako dobivene srednje oborine i na temelju srednje visine terena, koja će se dobiti pomoću planimetriranja izohipsi, odredit će se bruto energija oborina promatranog teritorija prema formuli (2).

Rezultati dobiveni po metodi srednjih vrijednosti približni su, jer metoda zanemaruje utjecaj varijabilnosti u oborinama, to jest gradacije u veličinama izohijeta, a isto tako zanemaruje utjecaj gradacija reljefnih karakteristika. Zbog toga greška te metode zavisi od rasporeda izohijeta u odnosu na raspored izohipsi. Kako bi se mogla dobiti orijentacija o upotrebljivosti takovih proračuna i red veličine grešaka u različitim slučajevima, proanalizirat će se odstupanja tih rezultata od stvarnih vrijednosti.



Sl. 2: Principjelna skica rasporeda izohipsi i izohijeta. Pojedine vrijednosti imaju samo ilustrativni karakter i nisu točno određivane

Ta će se analiza provesti pod pretpostavkama:

a) Visine terena kao funkcije površina terena korespondentnih tim visinama (linija 1 na sl. 2) predvidjet će se po zakonitostima, koje se mogu lako izraziti analitički (linearni i parabolički zakon).

b) Raspored oborina na terenu (linija 2 na sl. 2) pretpostavit će se da je funkcionalno vezan s rasporedom izohipsi, t. j., da se na istim visinama terena bez obzira na njihov situacioni razmještaj pojavljuju iste oborine. Zakon i promjena oborina kao funkcija pripadnih površina predvidjet će se također po jednostavnim linearnim ili paraboličnim odnosima.

Ako uvedemo predviđene pretpostavke, lako ćemo teoretski izračunati energiju oborina po metodi srednjih vrijednosti i po metodi s točnim stvarnim vrijednostima, a te ćemo proračune moći provesti za različite kombinacije rasporeda izohijeta i izohipsi. Za predviđene slučajeve dobit ćemo i razlike u rezultatima između približne metode i točnog računa. Na temelju tih razlika može se zaključiti o redu veličina grešaka u pojedinim slučajevima, kada se stvarne prilike na terenu približuju teoretski predviđenim pretpostavkama. Isto tako može se uočiti i red veličina maksimalnih grešaka, koje bi račun po srednjim vrijednostima donio u slučaju prilika u prirodi najnepovoljnijih za taj račun.

	RASPODJELA H i h	$E_1 = \int_0^F H \cdot h \, dx$	E RAČUNATO SA h_s: $E_2 = h_s \int_0^F H dx = h_s \cdot H_s \cdot F$	$\frac{E_1}{E_2}$	VRIJEDNOSTI E ZA PRIMJER $h_{max} = 3000$ mm; U SLUČ. 1. i 2. $a = 0$; U SLUČ. 3.....8 $a = 1000$ mm, $b = 2000$ mm
1.	H,h; Hmax; h max; dx; F; x	$\frac{1}{3} H_{max} \cdot h_{max} \cdot F$ ili $\frac{2}{3} H_{max} \cdot h_s \cdot F$ ili $\frac{4}{3} H_s \cdot h_s \cdot F$	$\frac{1}{4} H_{max} \cdot h_{max} \cdot F$ ili $\frac{1}{2} H_{max} \cdot h_s \cdot F$ ili $H_s \cdot h_s \cdot F$	$\frac{4}{3}$	$E_1 = 1000 \cdot H_{max} \cdot F$; $E_2 = 750 \cdot H_{max} \cdot F$; $\frac{E_1}{E_2} = 1{,}33$
2.	H,h; H max; h max; F; x	$\frac{1}{6} H_{max} \cdot h_{max} \cdot F$ ili $\frac{1}{3} H_{max} \cdot h_s \cdot F$ ili $\frac{2}{3} H_s \cdot h_s \cdot F$		$\frac{2}{3}$	$E_1 = 500 \cdot H_{max} \cdot F$; $E_2 = 750 \cdot H_{max} \cdot F$; $\frac{E_1}{E_2} = 0{,}67$
3.	H,h; H max; h max; h min; b; a; F; x	$H_{max} \cdot F \left(\frac{a}{2} + \frac{b}{3}\right)$ ili $H_{max} \cdot F \frac{1}{2}\left(h_s + \frac{b}{6}\right)$ ili $H_s \cdot F \left(h_s + \frac{b}{6}\right)$	$H_{max} \cdot F \left(\frac{a}{2} + \frac{b}{4}\right)$ ili $H_{max} \cdot F \frac{h_s}{2}$ ili $H_s \cdot h_s \cdot F$	$\frac{6a+4b}{6a+3b}$; $\frac{h_s + \frac{b}{6}}{h_s} = 1 + \frac{b}{6h_s}$	$E_1 = 1166 \cdot H_{max} \cdot F$; $E_2 = 1000 \cdot H_{max} \cdot F$; $\frac{E_1}{E_2} = 1{,}16$
4.	H,h; H max; h max; b; a; F; x	$H_{max} \cdot F \left(\frac{a}{2} + \frac{b}{6}\right)$ ili $H_{max} \cdot F \frac{1}{2}\left(h_s - \frac{b}{6}\right)$ ili $H_s \cdot F \left(h_s - \frac{b}{6}\right)$		$\frac{6a+2b}{6a+3b}$; $\frac{h_s - \frac{b}{6}}{h_s} = 1 - \frac{b}{6h_s}$	$E_1 = 833 \cdot H_{max} \cdot F$; $E_2 = 1000 \cdot H_{max} \cdot F$; $\frac{E_1}{E_2} = 0{,}83$
5.	H,h; Hmax; hmax; b; a; F; x	$H_{max} \cdot F \left(\frac{a}{3} + \frac{b}{4}\right)$ ili $H_{max} \cdot F \frac{1}{3}\left(h_s + \frac{b}{4}\right)$ ili $H_s \cdot F \left(h_s + \frac{b}{4}\right)$	$H_{max} \cdot F \left(\frac{a}{3} + \frac{b}{6}\right)$ ili $H_{max} \cdot F \cdot \frac{h_s}{3}$ ili $H_s \cdot h_s \cdot F$	$\frac{4a+3b}{4a+2b}$; $\frac{h_s + \frac{b}{4}}{h_s} = 1 + \frac{b}{4h_s}$	$E_1 = 833 \cdot H_{max} \cdot F$; $E_2 = 666 \cdot H_{max} \cdot F$; $\frac{E_1}{E_2} = 1{,}25$
6.	H,h; Hmax; h max; b; a; F; x	$H_{max} \cdot F \left(\frac{a}{3} + \frac{b}{12}\right)$ ili $H_{max} \cdot F \frac{1}{3}\left(h_s - \frac{b}{4}\right)$ ili $H_s \cdot F \left(h_s - \frac{b}{4}\right)$		$\frac{4a+b}{4a+2b}$; $\frac{h_s - \frac{b}{4}}{h_s} = 1 - \frac{b}{4h_s}$	$E_1 = 500 \cdot H_{max} \cdot F$; $E_2 = 666 \cdot H_{max} \cdot F$; $\frac{E_1}{E_2} = 0{,}75$
7.	H,h; H max; h max; b; a; F; x	$H_{max} \cdot F \left(\frac{a}{3} + \frac{b}{5}\right)$ ili $H_{max} \cdot F \frac{1}{3}\left(h_s + \frac{4b}{15}\right)$ ili $H_s \cdot F \left(h_s + \frac{4b}{15}\right)$	$H_{max} \cdot F \left(\frac{a}{3} + \frac{b}{9}\right)$ ili $H_{max} \cdot F \cdot \frac{h_s}{3}$ ili $H_s \cdot h_s \cdot F$	$\frac{15a+9b}{15a+5b}$; $\frac{h_s + \frac{4b}{15}}{h_s} = 1 + \frac{4b}{15h_s}$	$E_1 = 733 \cdot H_{max} \cdot F$; $E_2 = 555 \cdot H_{max} \cdot F$; $\frac{E_1}{E_2} = 1{,}32$
8.	H,h; hmax; Hmax; b; a; F; x	$H_{max} \cdot F \left(\frac{a}{3} + \frac{b}{30}\right)$ ili $H_{max} \cdot F \frac{L}{3}\left(h_s - \frac{7b}{30}\right)$ ili $H_s \cdot F \left(h_s - \frac{7b}{30}\right)$		$\frac{30a+3b}{30a+10b}$; $\frac{h_s - \frac{7b}{30}}{h_s} = 1 - \frac{7b}{30h_s}$	$E_1 = 400 \cdot H_{max} \cdot F$; $E_2 = 555 \cdot H_{max} \cdot F$; $\frac{E_1}{E_2} = 0{,}72$

Sl. 3: Odnosi rezultata, ako se energija oborina računa prema formuli (1) ili formuli (2)

Na bazi opisanih pretpostavaka i uz različite kombinacije u raspodjeli visina terena i oborina proveden je račun energije oborina. Dobiveni rezultati pregledno su prikazani u tabeli na sl. 3. Pri tome je:

H ... visina terena iznad računskog horizonta (m),

h ... visina godišnjih oborina (mm),

$a = h_{min}$,

$b = h_{max} - h_{min}$,

$dx = dF$ ... elemenat površine terena (km^2),

$E_1 = 0{,}367\ W_{ob}$ ... brojnik u formuli (1),

$E_2 = 0{,}367\ W_{ob}$ ... brojnik u formuli (2).

Na temelju rezultata predočenih u tabeli, može se zaključiti:

1. Greške kod računa po srednjim vrijednostima mogu u najnepovoljnijim slučajevima da dosegnu ± 33%. U praksi se ne mogu očekivati ti slučajevi, jer se ne može očekivati pretpostavljena pravilnost u raspodjeli oborina na reljefu. Pogotovo su praktički isključene pozitivne greške tog reda veličine, to jest porast oborina s opadanjem visine terena na način pretpostavljen u tim ekstremnim slučajevima.

2. Greške će u pravilu biti negativnog predznaka, to jest račun po srednjim vrijednostima daje premale vrijednosti. To pokazuju svi slučajevi, kod kojih oborine rastu s porastom visina terena, a to su normalni slučajevi.

3. Uz male razlike između ekstremnih vrijednosti izohijeta na danom području ($h_{max} - h_{min}$) greške u računu po srednjim vrijednostima su malene (u slučaju $h_{max} - h_{min} = 0$, to jest $h_{max} = h_{min} = h_s$, greška je jednaka 0). Isto vrijedi i za slučaj kad je mala razlika u izohipsama (ravničasti teren).

4. Greške se umanjuju i u slučaju kada su i velike razlike između najviše i najniže oborine, ali kada oborine nisu raspoređene po terenu u pravilnoj ovisnosti o visinama terena, a to će redovno i biti. Oborine nikada ne prate u potpunosti varijacije terena, a pogotovo ne u svim detaljima. Ta činjenica znatno ublažuje greške.

Taj zaključak potvrđuje i izračunati primjer na jednom realnom terenu. Glavni podaci i rezultati tog primjera jesu:

$h_{max} = 2984$ mm, $h_{min} = 2097$ mm, $h_s = 2545$ mm, $F = 436{,}6\ km^2$, $H_s = 378{,}25$ mm.

$$W_{ob} = 1.190{,}644.000 \text{ kWh},$$

$$W_{ob}' = \frac{H_s \cdot h_s \cdot F}{0{,}367} = \frac{378{,}25 \cdot 2545 \cdot 436{,}6}{0{,}367} = 1.145{,}208.000 \text{ kWh}$$

$$\frac{W_{ob}}{W_{ob}'} = \frac{1.190{,}644.000}{1.145{,}208.000} = 1{,}04$$

Ti rezultati pokazuju, da je usprkos omjera u oborinama od $\frac{h_{max}}{h_{min}} = 1{,}42$ greška u računu po srednjim vrijednostima svega 4%. To slijedi iz činjenice, da izohijete ne slijede konture terenskog reljefa.

Prema provedenoj analizi mogu se konačni zaključci svesti na ovo:

1. Metoda po srednjim vrijednostima dat će veoma često za praksu dovoljno točne rezultate. Ona će u odnosu na točnu metodu imati prednosti, kada se sa dovoljnom točnošću može primijeniti račun srednje oborine bez izohijetske karte (na pr. način po Thiessenu), ili kada su razlike u visinama oborina unutar promatranog područja vrlo male. U takovom će slučaju metoda po srednjim vrijednostima biti znatno brža.

2. Ta metoda ne će dati dovoljno točne rezultate u slučajevima naročito nepodesnog rasporeda oborina na terenu. Ti bi se slučajevi približavali teoretski pretpostavljenim kombinacijama s najvećim greškama u rezultatima (ili eventualno takove kombinacije i premašuju). Takovi se slučajevi mogu očekivati iznimno.

2. Metoda integracije $H \cdot h \cdot \Delta F$

Metoda se osniva na formuli (1):

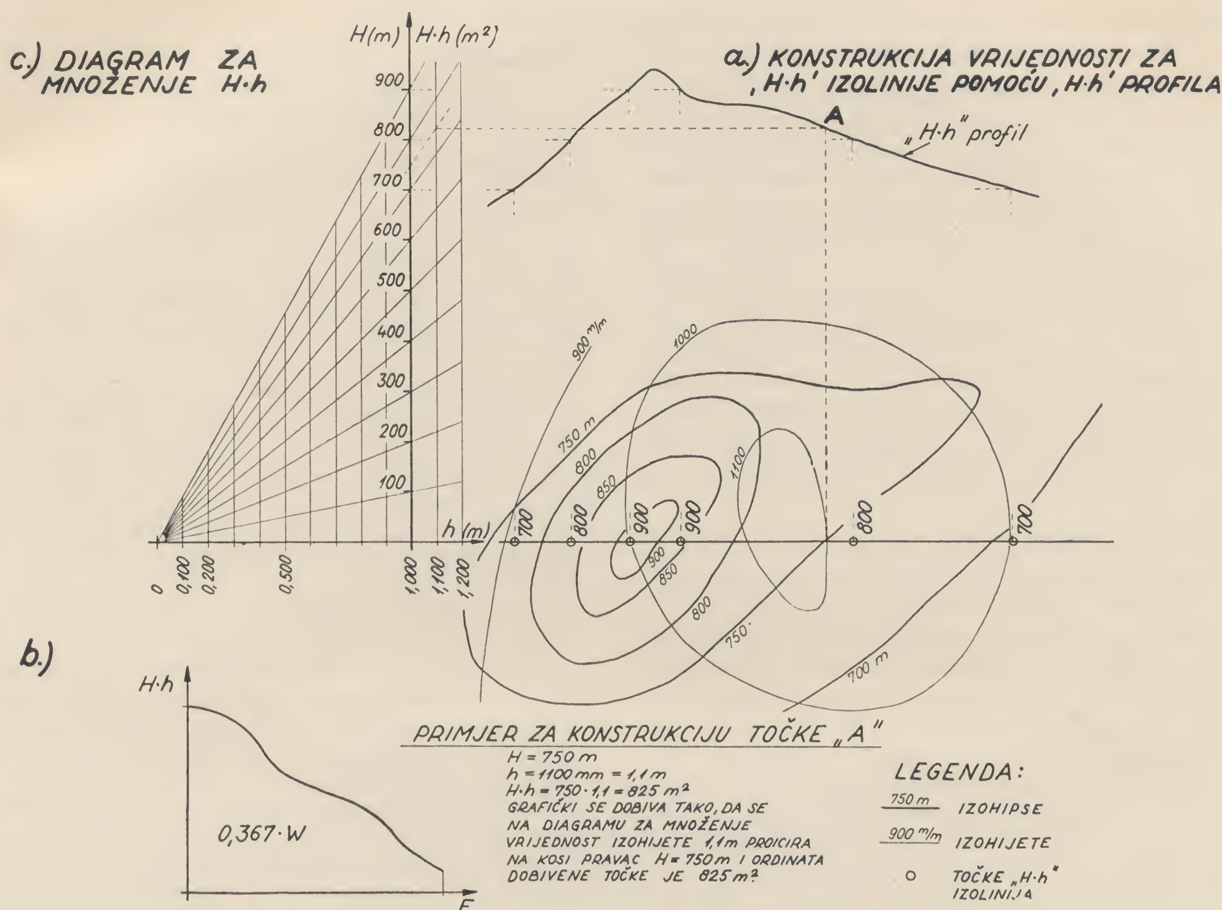
$$W_{ob} = \frac{\int_0^F \cdot h \cdot dF}{0{,}367}$$

Izračunavanje ovog izraza provodi se na temelju topografske karte predočene izohipsama, na koju se nanesu izohijete. Iz tih se linija konstruiraju izolinije $H \cdot h$. Planimetriranjem površina omeđenih $H \cdot h$ izolinijama dobivaju se za dane vrijednosti $H \cdot h$ pripadne površine, a time su dobiveni elementi za određivanje brojnika u gornjoj formuli.

Na osnovu spomenutih principa preporuča se račun provesti po ovoj metodi:

Konstrukcija izolinija $H \cdot h$ provest će se pomoću »$H \cdot h$ profila«. Oni će se konstruirati tako, da se na proizvoljno povučenim pravcima preko promatranog područja nanesu na karakterističnim točkama produkti visine terena i visine oborina — prema sl. 4. Spajanjem tako dobivenih točaka dobiva se »$H \cdot h$ profil«. S ordinatne osi profila, gdje je naneseno mjerilo za vrijednosti $H \cdot h$, prebacuju se okrugle vrijednosti za $H \cdot h$ preko linije profila na apscisnu os (početno odabrani pravac na terenu). Na taj se način dobivaju točke $H \cdot h$ izolinija na tom pravcu. a analogno na dalje postavljenim profilima.

Kako bi crtanje cijele te konstrukcije na topografskoj karti bilo zamorno i vrlo nepregledno, taj će rad biti znatno olakšan upotrebom pomoćnog rastera na providnom papiru. Raster je po ordinatnoj osi podijeljen na okrugle vrijednosti $H \cdot h$, a po apscisi na proizvoljne razmake, koji su dovoljno blizu, da omogućuju projiciranje pojedinih točaka s apscisnog pravca na »$H \cdot h$ profil« i obratno, bez posebnog crtanja. Raster se polaže



Sl. 4: Određivanje podataka za energiju oborina

tako, da se njegova os apscise poklapa s odabranim pravcem profila na terenu. Zatim se za karakteristične točke (sjecište pravca sa izohipsama i izohijetama) izračunate vrijednosti H · h nanesu na odgovarajuća mjesta rastera i lagano izvuče »H · h profil«; zatim se okrugle vrijednosti H · h projiciraju na osnovni pravac i pikiranjem se prenesu s rastera na kartu. Iza toga se »H · h profil« izbriše s rastera i upotrebljava za naredni profil.

Taj se način u praktičnoj primjeni pokazao kao brz i spretan.

Množenja H · h mogu se provesti grafički (sl. 4.c.), čime se također znatno ubrzava postupak. Taj grafikon za množenje H · h najzgodnije je nacrtati uz ordinatnu os pomoćnog rastera.

Opisanim postupcima dobit će se povoljan broj točaka za konstrukciju H · h izolinija. Te izolinije predstavljaju karakteristike specifične energije oborina, koja je dana izrazom

$$W^{(kWh/km^2)} = \frac{H^{(m)} \cdot h^{(mm)}}{0{,}367} \quad \text{ili}$$

$$W^{(kWh/km^2)} = 2725\, H^{(m)} \cdot h^{(m)}.$$

»H · h« izolinije dat će preglednu sliku o koncentraciji odnosno varijacijama energije oborina na terenu. Nanesu li se u dijagram kao ordinate vrijednosti izolinija, a kao apscise odgovarajuće površine (sl. 4.b), površina tog diagrama (množena sa koeficijentom $\frac{1}{0{,}367}$, ako su oborine uzimane u milimetrima, ili s koeficijentom 2725, ako su oborine uzimane u metrima) dat će ukupnu bruto energiju oborina. Isto se može provesti i tabelarno.

III. **Bruto energija otjecanja na reljefu terena**

Bruto energija otjecanja na reljefu terena predstavlja ukupnu bruto energiju svih voda, koje preostaju nakon što se oborinom pale količine reduciraju na stvarne količine vode, koje se zadržavaju ili pak površinski ili podzemno otiču terenom. Kod toga se energija računa od nivoa, na kom se voda u vidu oborine pojavila na površini terena, pa do određenog horizonta (ušće rijeke i sl.).

Ta energija predstavlja maksimalnu vrijednost energije, koja se pojavljuje i može da djeluje na reljefu terena — bilo na njegovoj površini bilo podzemno. Od te će energije u velikoj mjeri zavisiti erozija terena, a u krškim predjelima mehanički utjecaj na karstifikaciju. Jedan pak njen dio pojavljivat će se u vidu kinetičke i potencijalne energije, u koncentriranim tokovima i retencijama, i pružat će mogućnost za iskorištenje vodnih snaga.

Koristi od poznavanja bruto energije otjecanja na nekom teritoriju, očitovat će se u više oblika:

1. Za proučavanje erozije terena podaci o bruto energiji otjecanja mogu da pruže polaznu osnovu za mnoga razmatranja u cilju određivanja kvalitativnih i kvantitativnih posljedica erozionog djelovanja. Grafički prikaz (linijama jednakih vrijednosti bruto energije otjecanja na situaciji terena) klasificira već teren na području sa više ili manje naglašenim uslovima za djelovanje erozije. Gradaciju tih uslova, t. j. gradaciju raspoložive erozione energije, daje koncentracija i dekoncentracija izolinija, odnosno gradijent njihova opadanja.

Ako se od energije otjecanja odbije energija koncentriranih tokova, preostaje energija, koja može da djeluje na eroziju unutar slivnog područja.

2. U predjelima krša može utjecaj energije otjecanja na mehaničku komponentu karstifikacije predstavljati posebnu domenu proučavanja.

3. Energija koncentriranih tokova predstavlja jedan dio ukupne energije otjecanja. Na temelju iskustvenih i komparativnih podataka može energija otjecanja poslužiti kao osnov za procjenu energije koncentriranih tokova. U pojedinim slučajevima može takova procjena biti od koristi (na pr. kada se energija koncentriranih tokova računa samo za glavne tokove, a za sporedne se samo ocjenjuje približnim veličinama i t. d.)

4. Između energije oborina, otjecanja i energije koncentriranih tokova postojat će izvjesni odnosi, koji mogu da posluže za uzajamnu kontrolu pojedinih rezultata.

Analitički izrazi elemenata, koji će poslužiti za određivanje bruto energije otjecanja danog područja, jesu:

1. Godišnja količina otjecanja, koja se pojavljuje na elementu površine terena

$$dV = \mu h \cdot dF.$$

2. Specifična bruto energija otjecanja za elementarne površine

$$dW = \alpha \cdot H \cdot dV = \alpha H \mu h \, dF.$$

3. Energija otjecanja danog područja

$$W = \alpha \cdot \int_0^F H \, dV = \alpha \cdot \int_0^F H h \mu \, dF.$$

Ako u ovom izrazima označimo sa:

V .... godišnju količinu vode u $10^6 \cdot m^3$,

μ .... oticajni koeficijent,

h .... visinu godišnje oborine u m,

F .... površinu promatranog oborinskog područja u km^2,

H .... visinu terena iznad računskog horizonta u m,

W .... energiju u kWh,

onda je:

$\alpha = 2725$ kg/m³ ... konstanta, koja sadrži prostornu težinu vode ($\gamma = 1000$ kg/m³) i koeficijent pretvaranja 10^6 kgm u kWh.

$\alpha = \frac{1}{0,367} = 2\,725$ kg/m³, ako se uzima h u mm).

Kako se u izrazu za energiju nalaze varijabilne veličine čije promjene i međusobne ovisnosti nisu dane zakonitostima, koje bi omogućile direktno integriranje izraza, do rezultata se može doći jedino putem, slično kao i kod energije oborina.

Za podlogu računa iskoristit će se izolinije $H \cdot h$, dobivene već kod proračuna energije oborina. Množenjem tih vrijednosti s odgovarajućim oticajnim koeficijentima i s konstantom α dobit će se vrijednosti za specifičnu energiju otjecanja (u kWh/km²). Iz tih će se vrijednosti lako dobiti i ukupna energija otjecanja.

Oticajni koeficijenti

Određivanje oticajnih koeficijenata zaslužuje i zahtijeva poseban studij. Kod toga će doći u obzir utvrđivanje prosječne vrijednosti oticajnog koeficijenta za cijelo promatrano područje, kao i varijacije unutar tog područja.

Važnost i složenost ovog pitanja proizlazi iz činjenice, da će, s jedne strane, od realnosti oticajnih koeficijenata zavisiti i realnost izračunate energije, a s druge strane, raspoložive podloge za određivanje tih koeficijenata bit će često nedovoljne, nepotpune i raznorodne po vrsti onih elemenata, iz kojih se mogu odrediti.

Prema tome, i metode za proračun oticajnih koeficijenata trebat će u prvom redu prilagoditi raspoloživim temeljnim podacima.

Oticajni koeficijenti, t. j. odnos između proticajnih količina vode i ukupne oborine za dano područje i za dani period moći će se odrediti na tri, u principu različita načina:

1. Na temelju poznatih protoka, dobivenih mjerenjem, te na osnovu poznatih podataka o oborinama, dobit će se za sliv, na koji se ti podaci odnose, odgovarajuća vrijednost oticajnog koeficijenta. Ta vrijednost predstavlja prosječni koeficijent otjecanja za dano područje.

Ta metoda daje u pravilu najtočnije rezultate, no uz pretpostavku, da su raspoloživi temeljni podaci realni (protoke, oborine i granice sliva).

2. S poznatim (mjerenim) — za dani teren — podacima o pojedinim faktorima, o kojima zavisi oticajni koeficijent, proračunava se njegova vrijednost na temelju izraza, koji daju funkcionalnu vezu između oticajnog koeficijenta i tih faktora.

3. Bez podataka mjerenih na danom terenu za pojedine faktore, od kojih zavisi oticajni koeficijent. U takovom će se slučaju oticajni koeficijent određivati analogijom sa sličnim područjima ili po općenitim izrazima, sastavljenima za širi

rejon, u kom se nalazi i promatrano područje, ili pak se primjenjuju općeniti izrazi, sastavljeni za druge rajone.

U svakom slučaju treba dati prednost prvoj metodi. Međutim vrlo često će nedostajati potrebni podaci o protocima, a naročito podaci za više hidrometrijskih profila, što će otežati određivanje varijacija oticajnog koeficijenta unutar promatranog sliva. Prema tome će u najviše slučajeva biti potrebno kombinirati različite metode.

Faktori, koji djeluju neposredno na veličinu oticajnog koeficijenta (u stvari na isparivanje), jesu: temperatura zraka i vode, vlažnost zraka (deficit vlažnosti), vjetar, insolacija, atmosferski pritisak i kemijski sastav vode. Posredno, tj. uticajem na prve faktore, djeluju karakteristike terena (geologija, biljni pokrivač, topografija), veličina oborina i geografska orijentacija područja. Iako su neki od tih faktora međusobno zavisni, njihova mnogobrojnost kao i raznolikost u njihovim međusobnim odnosima na različitim terenima ipak čini, da je praktički nemoguća postava općeg i univerzalnog izraza za izračunavanje oticajnog koeficijenta. Praktične formule za izračunavanje oticajnih koeficijenata redovno baziraju na jednom ili više najznačajnijih uticajnih faktora, a ostali se uticaji obuhvaćaju paušalno koeficijentima, što može odgovarati kod dane formule izvedene za dani teren, no za druge će prilike upotrebivost biti problematična. Primjena takovih izraza na drugim terenima tražit će provjeru, a često i preinaku.

Poznati izrazi za izračunavanje koeficijenta otjecanja dani su kao funkcije faktora:

$\mu = f(d)$ d ... deficit vlažnosti, tj. razlika količine vodene pare u zasićenom stanju i stvarne količine vlage — kod dane temperature,

$\mu = f(d, I)$ I ... srednji nagib terena,

$\mu = f(k, d)$ k ... fizičko-geografski faktor,

$\mu = f(d, I, k)$

$\mu = f(h)$ h ... visina godišnje oborine,

$\mu = f(h. t^o)$ t^o ... srednja godišnja temperatura

U pojedinim će se slučajevima, prema raspoloživim podacima i prilikama, primjenjivati odgovarajući izrazi, no uvijek će biti potrebno naći načina da se oni provjere odnosno adaptiraju, ili će se za dani slučaj odrediti i izvesti podesne formule, neovisno od postojećih.

Primjera radi razmotrit će se mogućnost adaptiranja Kellerovih formula. Keller je dao oticajni koeficijent kao funkciju visine oborina, a čest slučaj će i biti, da će se raspolagati samo sa podacima o oborinama. Kako su Kellerovi izrazi izvedeni na temelju registriranog niza podataka za Srednju Njemačku, vrijednost im za druga područja ili tek treba dokazati, ili pak za druge predjele i ne dolaze u obzir. No mijenjajući pojedine konstante u izrazu Kellerovih funkcija može se snop Kellerovih funkcija prilagoditi zakonitostima pojava danog područja.

Takav postupak bit će od interesa, kad se na osnovu poznavanja protoka na barem jednom hidrometrijskom profilu i oborina, sliva, koji odgovara tom profilu, može utvrditi prosječni koeficijent otjecanja sliva, pa se zatim želi odrediti vjerojatne varijacije oticajnog koeficijenta unutar tog sliva. Slično će biti i kod određivanja varijacija oticajnih koeficijenata širih rajona.

Naravno, takav se postupak osniva na pretpostavci, da Kellerove hiperbolične funkcije principijelno odgovaraju zakonitostima promjena, što bi za tretirano područje uvijek trebalo provjeriti.

Usvajajući te pretpostavke polazi se od Kellerovih jednadžbi, koje u općem obliku glase

$$\mu = a - \frac{b}{h},$$

gdje su:

μ ... oticajni koeficijent,

h ... visina godišnje oborine u mm,

a, b ... karakteristike sliva; »a« je koeficijent, koji karakterizira promjenljivi dio isparivanja, a zavisan je od oborina, dok je »b« nepromjenjiva visina isparivanja, karakteristična za dani sliv. To se vidi, ako se visina oticanja izrazi kao:

$$h_h = \mu \cdot h = h \cdot a - b$$

Keller daje za a i b ove vrijednosti

	a	*b*
visoka brda	1,0	350
srednje vrijednosti	0,942	405
nizine	0,884	460

Ukoliko imamo na jednom mjestu fiksiranu vrijednost koeficijenta oticanja, to jest poznajemo veličinu oborinskog područja, oborine i protoke, možemo određivati oticajne koeficijente za pojedine elemente tog sliva pomoću modificiranih Kellerovih izraza. Ta se modifikacija može provesti na niže opisani način.

Kako smo usvojili zakonitosti promjena oticajnih koeficijenata prema općem izrazu Kellera, ostaje da se za dani teren odrede odgovarajuće karakteristike *a* i *b*. U Kellerovim izrazima vrijednosti su *a* i *b* međusobno linearno zavisne. (Diferencija između pojedinih vrijednosti za *a* dana je konstantnom vrijednosti $\Delta a = 0{,}058$, a za *b* konstantnom vrijednosti $\Delta b = 55$).

Prema tome je opći izraz za *a* kao *f*(b):

$$a = \alpha b + \beta.$$

Uvrstimo li Kellerove vrijednosti za *a* i *b* dobivamo:

$$\begin{aligned} 1{,}0 &= \alpha \cdot 350 + \beta \\ 0{,}942 &= \alpha \cdot 405 + \beta / - \\ \hline 0{,}058 &= -55\,\alpha \end{aligned}$$

$$\alpha = -\frac{0,058}{55} = -0,00105454,$$

$$\beta = 1,0 + 0,00105454 \cdot 350 = 1,0 + 0,36909 = 1,369.$$

Nakon uvrštenja vrijednosti za α i β u izraz za a dobivamo:

$$a = -0,001054\, b + 1,369 = 1,369 - 0,00154\, b,$$

$$b = 1298 - 948\, a.$$

Prema tome, poznajući za jedno oborinsko područje koeficijent oticanja μ_0 i prosječnu oborinu područja h_0, možemo odrediti odgovarajuće vrijednosti za a i b:

$$\mu_0 = a - \frac{b}{h_0},$$

$$b = 1298 - 948\, a,$$

$$\mu_0 = a - \frac{1298 - 948\, a}{h_0},$$

$$\mu_0 = a\left(1 + \frac{948}{h_0}\right) - \frac{1298}{h_0},$$

$$a = \frac{\mu_0 + \frac{1298}{h_0}}{1 + \frac{948}{h_0}} = \frac{\mu \cdot h_0 + 1298}{h_0 + 948};$$

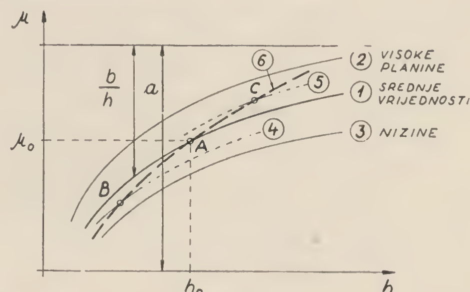
$$b = 1298 - 948\, a.$$

Uvrstimo li tako dobivene vrijednosti za a i b u opći izraz za μ, dobivamo formulu za oticajni koeficijent, iz koje ćemo za različite visine oborina unutar tog područja dobivati odgovarajuće vrijednosti za μ. Tako dobivene vrijednosti dobro će odgovarati kod primjene za isto mjesto, to jest istu veličinu oborinskog područja, za koju je i poznat μ_0 za jednu godinu, pa sada iskorišćujemo dobivenu formulu za μ za različite godine različitih vlažnosti.

No bit će nam potrebno da iskorišćujemo taj izraz za μ i za pojedine elemente danog oborinskog područja, kako bismo mogli odrediti veličine oticanja za pojedine dijelove tog sliva. Kako dobiveni izraz (odnosno faktori a i b) sažimlje sve karakteristike cjelokupnog terena, otstupat će za pojedinačne dijelove sliva te vrijednosti od prosječne funkcije za μ. Ukoliko se unutar promatranog cjelokupnog sliva karakter terena mnogo ne mijenja, otstupanja će biti mala, pa će dobiveni izraz praktički zadovoljavati.

Ako između pojedinih elemenata sliva postoje veće razlike u karakteru, ranije dobiveni izraz za oticajni koeficijent manje će odgovarati samo za one dijelove sliva, kojih se karakter znatnije razlikuje od prosjeka cijelog sliva. U slučaju kad imamo samo jednu vrijednost oticajnog koeficijenta, dobivenu mjerenjem, kao oslonac za određivanje formule za μ, ne mogu se te razlike uvažiti direktnim računom. Mogu se jedino dubljim studijem konkretnog sliva unijeti eventualne korekture, no uvijek će to ostati ocjenjivanje — s većom ili manjom točnosti.

Ovdje, međutim, treba podvući i činjenicu, da određivanje oticajnih koeficijenata po parcijalnim slivovima, a zbog određivanja raspodjele hidroenergije unutar područja, nije toliko osjetljivo na relativne greške, pa zato i približniji računi imadu svoju vrijednost.



Sl. 5: Koeficijenti otjecanja u ovisnosti od visina oborina

Ilustraciju spomenutih grešaka u određivanju vrijednosti za μ pojedinih dijelova sliva daje sl. 5. Prema poznatoj vrijednosti za μ_0 i h_0 odredili smo liniju 1. Ona vrijedi za cjelokupni sliv, na koji se odnose vrijednosti za μ_0 i h_0. Za pojedine elemente sliva, na pr. jedan dio nizinskog sliva, oticajni koeficijent bi predstavljala linija 4, dobivena na pr. iz poznatih vrijednosti za točku B. Analogno vrijedi za brdski dio sliva, ilustriran linijom 5 i točkom C. Uz pretpostavku, da se izohijete prilagođuju reljefu terena, za oticajne koeficijente koji bi vrijedili za parcijalne slivove, dobili bismo liniju 6. To bi vrijedilo za promatranu godinu, dok bi za druge godine veće ili manje vlažnosti linija 6 bila definirana točkama A, B i C, pomaknutim po linijama 1, 4 i 5.

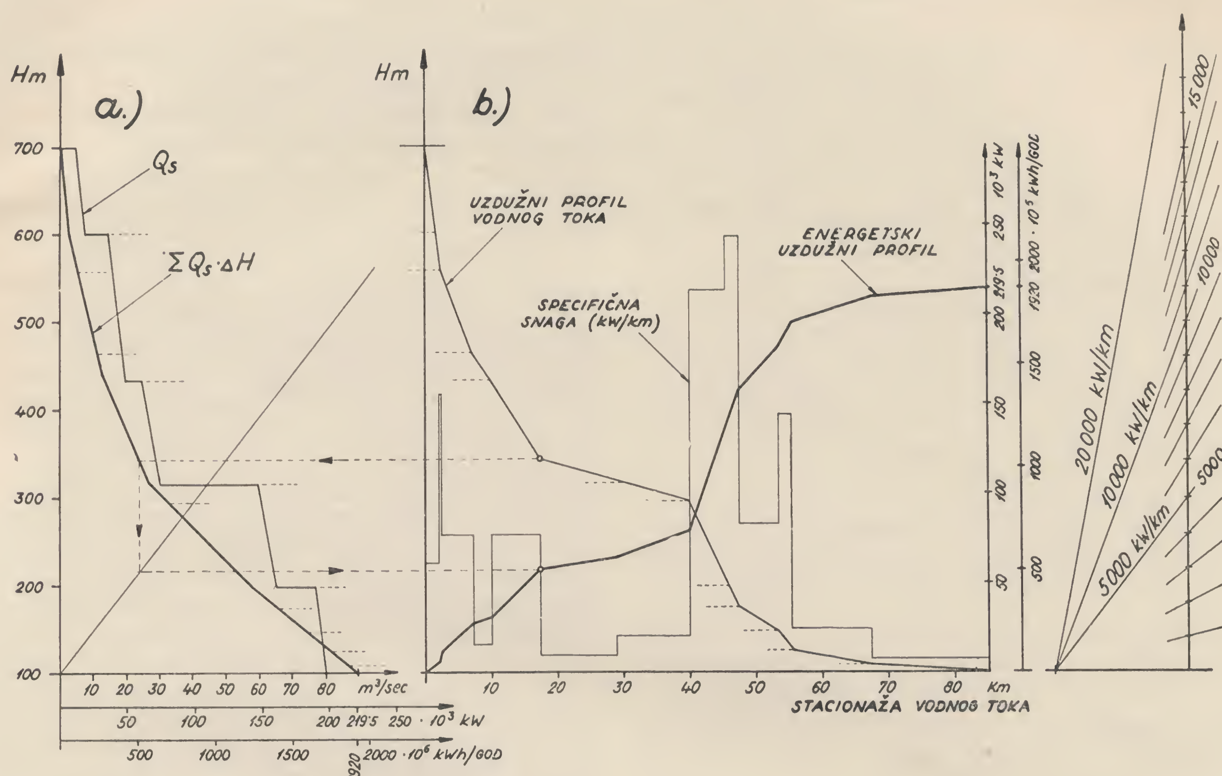
Greške, koje nastaju primjenom samo linije 1, umanjuju se ili otpadaju, ako imamo na više dijelova sliva mjerenjem fiksirane podatke za μ (točka A, B, C i t. d.).

IV. **Bruto energija vodnih tokova**

Bruto energija vodnih tokova dana je kao rezultat raspoloživih vodnih količna i raspoloživih padova duž vodnog toka u njegovu prirodnom stanju. Kod toga se raspoloživa snaga i energija računa u ukupnom teoretskom iznosu, bez obzira na moguće načine iskorišćenja energije i energetske gubitke, koji nastaju u tim slučajevima.

Poznavanje bruto energetskog potencijala duž vodnih tokova dat će veoma dobru orijentaciju i temeljne podatke za razmatranja racionalnog iskorišćenja raspoloživih vodnih snaga. Ovo će biti to više olakšano, što se podesniji prikaz nađe za veličine, varijacije i sumarne količine snage i energije duž vodnog toka.

Faktori, od kojih zavisi snaga i energija, te njihove relacije daju izraze za snagu i energiju:



Sl. 6: Energetski uzdužni profil

$P = \alpha \cdot Q \cdot H,$

$P_s = \alpha \cdot Q_s \cdot H,$

$W = \alpha \cdot Q_s \cdot H \cdot T,$ gdje je:

Q ... protok m³/sec,

Q_s ... srednji protok za promatrani period u m³/sec,

H ... bruto pad u m,

α ... koeficijent (za snagu u kW i energiju u kWh $\alpha = 9{,}81$),

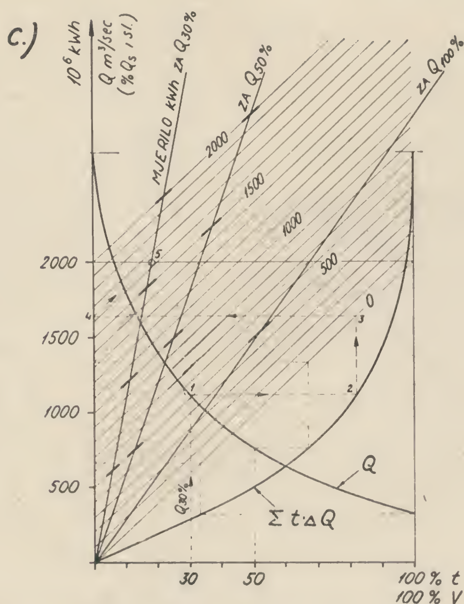
T ... broj sati u promatranom periodu ($\alpha \cdot T = 85935{,}6$ za godinu od 365 dana, odnosno uz grešku manju od 1‰ $\alpha \cdot T = 86.000$).

Kako je i snaga i energija proporcionalna produktu protoka i pada, poći će se za prikaz energetskog potencijala duž vodnog toka, od podesnog prikaza vrijednosti za Q i H i njihovog produkta. Za tu će svrhu vrlo dobro poslužiti t. zv. »QH dijagram«. Na taj dijagram nadovezat će se i postavljena metoda energetske analize vodnog toka, koja će ovdje biti opisana.

»QH dijagram« daje prikaz srednjih protoka kao funkciju visinskog položaja riječnog profila. Na ordinatnoj osi dane su apsolutne (ili relativne) visine, a apscise prikazuju srednje protoke na mjestu vodnog toka, koje odgovara danoj viisni (dijagram a na sl. 6). Prema tome, površine na tom dijagramu, koje predstavljaju produkt $Q \cdot H$, daju, u određenom mjerilu, snagu ili pak energiju. Elementi površine između pojedinih visinskih razlika daju snagu i energiju na dijelu vodnog toka između tih visina, a ukupna površina dijagrama sveukupnu snagu, odnosno energiju.

Opisanom dijagramu dodana je i integralna krivulja »$\Sigma Q_s \cdot \Delta H$«, koja daje sumarne vrijednosti površina $Q_s \cdot \Delta H$ idući odozgo prema dolje. Na taj način ova krivulja daje, u odgovarajućem mjerilu, skupnu snagu i energiju od izvorišta pa do dane točke na vodotoku (koja je na dijagramu definirana visinskim položajem).

Daljnji prikaz (sl. 6 b.) odnosi se na uzdužni profil vodnog toka, uz koji su dani i energetski podaci, koji se dobivaju jednostavnim grafičkim prenosom sa dijagrama *a*. Pojedine vrijednosti apscisa integralne linije sa dijagrama *a* nanose se kao ordinate iznad stacionaže uzdužnog profila, i to na stacionaže odgovarajućih visinskih točaka. Drugim riječima, na stacionaži svake karakteristične točke uzdužnog profila nanosi se sumarna vrijednost energije (odnosno snage) od izvorišta do tog mjesta. Na taj se način dobiva »energetski uzdužni profil«. Ta nam linija daje zoran prikaz prirasta bruto energije i snage duž čitavog toka, kao i energetske karakteristike pojedinih odsječaka. Odmah padaju u oči energetski interesantniji potezi s jačim prirastom potencijala, a ujedno se na ordinatnim mjerilima mogu očitati i odgovarajuće vrijednosti za bruto snagu i energiju tog poteza. Nagibi pak linije energetskog uzdužnog profila karakteriziraju specifičnu snagu (kW/km). Za orijentaciju u tim vrijednostima daje se uz grafi-



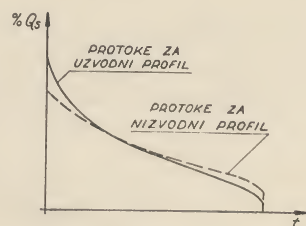
Sl. 7: Diagram redukcije mjerila za energiju za različite veličine izgradnje. (Diagram se crta u produženju crteža energetskog uzdužnog profila)

kon i odgovarajuće mjerilo. Za bolju predodžbu specifičnih bruto snaga dana je na dijagramu uzdužnog profila i linija specifičnih snaga, koju je lako konstruirati na temelju već opisanih podataka.

Da bi se omogućilo šire iskorištenje podataka energetskog uzdužnog profila, konstruiran je još dijagram redukcije mjerila za energiju (sl. 7). Energetski potencijal, čije se vrijednosti dobivaju na ranije opisani način, predstavljaju energetske rezultate, dobivene iz sveukupnih raspoloživih godišnjih protoka. Često je, međutim, potrebno raspolagati i s energetskim podacima od voda samo nekog određenog trajanja (3 mjesečna voda, 6 mjesečna i t. d.). Redukcija energetskih podataka na vode bilo kog trajanja može se provesti na ovaj način:

Za dani hidrometrijski profil nanesena je linija trajanja protoka, gdje su apscise dane u procentima trajanja, a ordinate u proizvoljnom mjerilu za protoke. U isti koordinatni sistem nanesena je i integralna linija krivulje trajanja $\Sigma t \cdot \Delta Q$. Ta linija daje za svaki protok odgovarajuću površinu krivulje trajanja, omeđenu prema gore tim protokom, tj. daje za neki pretpostavljen instalirani protok procentualni odnos iskoristivih vodnih količina prema sveukupno raspoloživim. Taj procentualni odnos predstavlja koeficijent, s kojim treba reducirati ukupnu energiju svih voda, da bi se dobila energija voda, koje su ograničene nekim trajanjem. Ta se redukcija provodi grafički, tako da se za očitanja energije dobivaju različita mjerila, koja odgovaraju vodama različitog trajanja. Na crtežu sl. 7 nanesena su takova mjerila za protok 30% trajanja, 50% trajanja (medijalnu) i 100% trajanja (minimalnu) vodu. Postupak je ilustriran kod protoka 30% trajanja: ordinata krivulje trajanja horizontalno se projicira na integralnu liniju (točka 2), zatim se preko kosog pravca O prebacuje na os mjerila energije (točka 4) i otuda se paralelno pravcem O prebacuje na horizontalu, koja prolazi sjecištem kosog pravca O i vertikale s apscisom 100% t. Tako se dobiva točka 5, kroz koju se povlači pravac iz ishodišta, i taj pravac određuje novo mjerilo, tako da ga kosi pravci, paralelni pravcu 0, a povučeni iz točaka podjele osnovnog mjerila, dijele na vrijednosti kojih su ordinate podjele novog mjerila. Očitanje reduciranih vrijednosti energije provodi se sada tako, da se ordinate s energetskog uzdužnog profila projiciraju na kosi pravac novog mjerila i na njemu očitavaju vrijednosti prema podjeli tog pravca.

Opisani dijagram redukcije mjerila za energiju bazira na podacima krivulje trajanja za jedan određeni hidrometrijski profil. Prema tome će i reducirana mjerila vrijediti za taj profil u potpunosti, dok će za ostale uzvodne i nizvodne profile vrijednosti biti samo približne. Netočnost će se povećavati s povećanjem udaljenosti od hidrometrijskog profila, na koji se odnose pravci krivulje trajanja. Razlike nastaju zbog toga, što krivulja trajanja mijenja svoj oblik duž jednog vodnog toka (u gornjem toku redovno je više bujični karakter, koji se duž toka sve više ublažuje). Ako krivulje trajanja za pojedine profile duž jednog vodnog toka izražavamo i u relativnom mjerilu (na pr. u % Q_s), one ipak ne će imati iste vrijednosti za protoke istog trajanja, zbog spomenutih razloga.



Sl. 8: Promjene krivulje trajanja protoka duž vodnog toka

Za dijagram redukcije mjerila nisu važne apsolutne vrijednosti krivulje trajanja protoka, nego samo zakonitost njihovih promjena. No budući da se ni u tome ne podudaraju krivulje trajanja duž jednog vodnog toka, bit će poželjno da se utvrde podaci o trajanju protoka u dva ili više razdaljenih profila. Ukoliko se raspolaže sa takvim podacima, nanijet će se na isti dijagram i te vrijednosti i time fiksirati točna mjerila i za te profile. U takvom slučaju moći će se jednostavnom interpolacijom dobiti i mjerila dovoljnih točnosti za ostale profile.

Svi grafički prikazi, predočeni na sl. 6, daju široku mogućnost za iskorištenje raznovrsnih podataka potrebnih za energetsku analizu jednog vodnog toka. Svi se podaci odnose na bruto energetski potencijal, no te su podloge ujedno i vrlo podesne za provođenje različitih razmatranja vezanih uz studije tehnički i ekonomski iskoristivih vodnih snaga.

O OPTIMALNOM ODNOSU IZMEĐU TEŽINA PILOTA I BATA I ODREĐIVANJU NOSIVOSTI PILOTA

Prof. V. Andrejev, Zagreb

Za zabijanje pilota u pravilu se odabire što teži bat i samo vrst tla, u koje se pilot zabija, korigira izbor težine bata.

Ako se ne vodi računa o koeficijentu korisnog djelovanja, tada težak bat uglavnom rješava sve, jer se s njim sigurno postizava željena svrha. Međutim, nešto detaljnija analiza procesa zabijanja pokazuje, da barem u nekim slučajevima mora postojati optimalan omjer između težina bata i pilota, kod kojeg je rad ekonomičniji u uspoređenju sa drugim omjerima između tih veličina, t. j. ona pokazuje, da rad s teškim batom ne će biti uvijek najekonomičniji u smislu utroška energije.

Analizirajući proces zabijanja pilota pretpostavit ćemo, da će rad na elastičnom deformiranju samog pilota i tla u okolini pilota biti neznatan, pa ga možemo zanemariti.

U procesu zabijanja pilota glavna je pojava sudar dvaju tijela: bata i pilota. Ta su tijela djelomično elastična i neka je k koeficijent elastičnosti odnosno koeficijent restitucije između tih tijela. Neka je B težina bata i P težina pilota. Ako je u_1 brzina bata u trenutku udara, a brzina pilota je $v_1 = 0$, jer on prije udara miruje, može se lako izvesti po pravilima o sudaru, da su brzine neposredno poslije udara:

1. bata: $$u_2 = \frac{B - kP}{B + P} u_1, \qquad (1)$$

2. pilota: $$v_2 = \frac{B(1 + k)}{B + P} u_1. \qquad (2)$$

U sudaru pilot dobiva brzinu, a prema tome i kinetičku energiju, te nakon toga počinje njegovo prodiranje i trošenje energije na rad pri savlađivanju otpora tom prodiranju, koji se sastavlja od otpora na čelu pilota i od trenja na njegovu oplošju.

Nakon sudara nastaje gubitak energije. Izuzetak čini samo sudar potpuno elastičnih tijela, kod kojih je $k = 1$. Energija dvaju tijela T_1 prije sudara i kinetička energija T_2 tih tijela poslije sudara ne će biti iste veličine. Njihova razlika je

$$T_2 - T_1 = -\frac{1 - k}{1 + k} T \qquad (3)$$

gdje je T kinetička energija, koja odgovara izgubljenim brzinama (Carnotova teorija o gubitku energije kod sudara), a koja se daje izrazom:

$$T = \frac{B}{2g}(u_1 - u_2)^2 + \frac{P}{2g}(v_1 - v_2)^2, \qquad (4)$$

odnosno, za slučaj mirujućeg pilota ($v_1 = 0$),

$$T = \frac{B}{2g}(u_1 - u_2)^2 + \frac{P}{2g} v_2^2. \qquad (5)$$

Nakon uvrštenja izraza (1) i (2) za u_2 i v_2 dobivamo:

$$-\frac{1 - k}{1 + k} T = -(1 - k^2) \cdot \frac{u_1^2}{2g} \cdot \frac{BP}{B + P}. \qquad (5a)$$

Dakle, kinetička energija sistema bat-pilot neposredno poslije sudara je

$$T_2 = T_1 - \frac{1 - k}{1 + k} T. \qquad (3a)$$

Kako pilot prije sudara miruje, kinetička energija sistema prije sudara T_1 je jednaka kinetičkoj energiji bata, t. j.

$$T_1 = \frac{B}{2g} u_1^2$$

a uvrštavajući za u_1^2 kao brzinu slobodnog pada sa visine h:

$$u_1^2 = 2gh,$$

dobivamo iz (3a):

$$T_2 = h \frac{B^2 + k^2 BP}{B + P} = hB \frac{B + k^2 P}{B + P}. \qquad (6)$$

Kinetička energija T_2 sadržana je u masi bata i pilota. Ako pretpostavimo, da se sva ta energija troši samo za zabijanje pilota za veličinu e i pretpostavimo li, da je sudar potpuno neelastičan ($k = 0$), dobivamo poznatu Ritterovu formulu za određivanje nosivosti pilota u zavisnosti od njegova prodiranja kod posljednjeg udara:

$$N = \frac{1}{c} \cdot \frac{hB^2}{(B + P) e}, \qquad (7)$$

gdje je c koeficijent sigurnosti ($c = 3$ do 10). Koeficijent korisnog djelovanja kao omjer između korisnog rada i utrošene energije bio bi:

$$\eta = \frac{T_2}{T_1} = \frac{(B^2 + k^2 B P)}{(B + P) B} = \frac{n + k^2}{n + 1} \qquad (8)$$

gdje je

$$n = \frac{B}{P} \qquad (9)$$

omjer između težina bata i pilota.

Koeficijent korisnog djelovanja η kao funkcija omjera n postaje maksimalan za $n \to \infty$ ($\eta \to 1$), t. j. težina bata trebala bi biti neizmjerno veća od težine pilota, što nema nikakvog fizikalnog smisla u ekstremu, ali za konačne vrijednosti ima taj smisao, da bat treba da bude što teži u odnosu na težinu pilota.

Sada ćemo analizirati proces zabijanja pilota sa drugog stanovišta.

Kako je prije navedeno, energija T_2 poslije sudara sadržana je u batu i pilotu. Budući da udar bata o pilot u pravilu ne će biti potpuno neelastičan, jer će skoro uvijek biti

$$1 > k > 0,$$

brzina bata poslije udara u_2 bit će manja od brzine pilota poslije udara v_2, što se vidi iz formula (1) i (2). Pod izvjesnim okolnostima brzina bata u_2 može postati i negativna, t. j. bat će nakon udara odskakivati. U svakom slučaju, nakon glavnog udara bata o pilot će slijediti njegov naknadni udar, koji će biti mnogo slabiji od prvog, t. j. glavnog udara, pa zbog većeg početnog otpora, na koji pilot nailazi u prodiranju u tlo, naknadni udar ne će moći pokrenuti već umireni pilot, iz čega slijedi, da energiju sadržanu u batu poslije udara treba uzeti kao izgubljenu za efektivno zabijanje pilota. Naknadni udar stvorit će u pilotu samo valno gibanje bez ikakvih posljedica za prodiranje pilota u tlo.

Polazeći sa tog stanovišta, treba uzimati u obzir za zabijanje pilota samo onu energiju poslije udara, koja je sadržana u masi pilota. S obzirom na relaciju (2) ta će energija biti

$$T_p = \frac{B^2 P}{(B+P)^2}(1+k)^2 h \qquad (10)$$

Pretpostavimo li opet, da se sva ta energija utroši na rad otpora pri prodiranju pilota na dubinu e, dobivamo (uz $k = 0$) poznatu Brixovu formulu za određivanje nosivosti pilota:

$$N = \frac{1}{c} \cdot \frac{B^2 P}{(B+P)^2} \cdot \frac{h}{e} \qquad (11)$$

U ovom slučaju treba kao koeficijent korisnog djelovanja uzeti omjer

$$\eta = \frac{T_P}{T_1} = \frac{B^2 P (1+k)^2}{(B+P)^2 B} \qquad (12)$$

odnosno

$$\eta = \frac{B P (1+k)^2}{B^2 + 2BP + P^2} = \frac{(1+k)^2}{\frac{B}{P} + \frac{P}{B} + 2} = \qquad (13)$$

$$= \frac{(1+k)^2}{n + \frac{1}{n} + 2}$$

gdje je opet $n = \frac{B}{P}$ omjer težina bata i pilota.

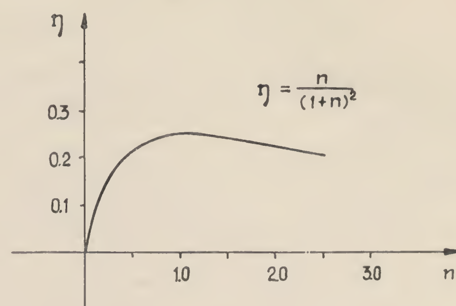
Nije teško vidjeti, da će funkcija η imati maksimalnu vrijednost za $n = 1$, t. j. za slučaj jednakih težina bata i pilota, i to

$$\eta_{max} = \frac{(1+k)^2}{4} \qquad (14)$$

a tok te funkcije se vidi iz slike 1. Funkcija η se može prikazati i u obliku:

$$\eta = (1+k)^2 \frac{n}{(1+n)^2} \qquad (15)$$

Sve ovdje izloženo važit će za slučajeve, u kojima tlo ne »federira«, a piloti nisu vrlo elastični, pa ne može biti apsorbirana velika količina energije za njihovo deformiranje.



Sl. 1

Kako vidimo, dobili smo različite rezultate polazeći sa različitih stanovišta. U prvom slučaju traži se za veći korisni efekat što veći n, t. j. što teži bat u odnosu na težinu pilota i tu će $\eta \to 1$, kada će $n \to \infty$, dok u drugom slučaju koeficijent korisnog djelovanja postiže svoju maksimalnu vrijednost za $n = 1$, t. j. kod jednakih težina bata i pilota. Nehotice se postavlja pitanje, što je ispravno, odnosno traži se razjašnjenje te razlike dobivenih rezultata.

U prvom slučaju bilo je pretpostavljeno, da se sva energija, sadržana u batu i pilotu poslije sudara, troši na zabijanje pilota, a to se može ostvariti samo tada, kad bat poslije udara ima istu brzinu, koju ima pilot, t. j. to se može ostvariti samo kod potpuno neelastičnog sudara (kod $k = 0$), kad oba tijela stvarno moraju imati istu brzinu. Treba naglasiti, da se ovdje ne radi o onom vraćanju pilota i s tim vezanim odskakivanjem bata, koje nastaje zbog jače izraženih elastičnih svojstava samog tla (»federiranja« tla), već o postojanju elastičnosti između bata i pilota, koja se izražava koeficijentom restitucije $k > 0$. Dakle, uspijemo li postići da bude $k = 0$, tada će rad na zabijanju pilota sa što težim batom biti ekonomičniji od rada sa svakim lakšim batom.

Postoji li između bata i pilota elastičnost, t. j. $k \neq 0$, pretpostavka da se za zabijanje pilota iskorišćuje energija bata, koja je sadržana u njemu poslije udara, bila bi vrlo nesigurna i sumnjiva, i tada treba uzeti u račun samo energiju u samom pilotu, a prema tome i težinu bata treba odabrati tako, da barem približno bude jednaka težini pilota, jer će, kako pokazuju prethodna razlaganja, koeficijent korisnog djelovanja u tom slučaju biti najveći.

Kako vidimo iz (14), i u ovom drugom slučaju imamo $\eta \to 1$, ako je $k \to 1$, t. j. ako je sudar potpuno elastičan. Prema tome, izbor težeg bata u ovom slučaju, kada postaje $n > 1$, ne doprinosi ekonomičnosti rada.

Izložena analiza ukazuje također i na izbor formule za određivanje nosivosti pilota, naime, primjena Ritterove formule bit će opravdana samo tamo gdje se pilot zabija potpuno neelastičnim sra-

zom sa batom, dok u slučajevima, gdje postoji elastičnost sraza između bata i pilota, rezultat određivanja nosivosti pilota po Brixovoj formuli trebao bi biti pouzdaniji i on bi trebao biti svakako na strani veće sigurnosti, ako se u formuli (10) stavi $k = 0$.

Treba još jednom napomenuti, da sve ovdje izloženo vrijedi uz pretpostavku nekih zanemarivanja, pa prema tome rezultati mogu poslužiti za više ili manje dobru orijentaciju, no redovito se ne mogu smatrati apsolutno točnim. U nekim terenima s posebnim svojstvima tla moraju se primjenivati posebne metode rada kod zabijanja pilota, a izbor omjera između težina bata i pilota može biti uvjetovan samom metodom rada. Ovdje izložena orijentacija ne može se upotrebiti za sve slučajeve.

HRAPAVI ASFALT

Ing. **Isak Papo**, Sarajevo

Uvod

Sve obimnija izgradnja puteva i primjena savremenih kolovoza, kao i porast motornog saobraćaja kod nas, nameće imperativno potrebu proučavanja i praktičnog rješavanja pitanja hrapavosti kolovozne površine.

Općenito vlada mišljenje, da se na moderniziranim putevima s asfaltnim kolovozom na dionicama sa preko 5% uspona pitanje hrapavosti može riješiti jedino izradom kolovoza od sitne granitne kocke.

Na izgradnji novog puta Sarajevo—Semizovac—Olovo—Tuzla—Autoput, koji je započet negdje 1954 god., bilo je 1958 god. predviđeno asfaltiranje prve dionice od Ljubine do pred Olovo, na dužini od 25 km, sa miješanim asfalt-makadamom. Kako na toj dionici ima izvjesnih poteza s usponima 5—8%, to smo, u interesu sigurnosti saobraćaja, predložili bezuvjetno hrapavljenje kolovoza na tim mjestima, što je prihvaćeno i izvršeno.

U 1959 god. izradili smo na produženju asfaltiranja prema Olovu i Kladnju još 2 druga tipa hrapavog asfalta na dijelovima sa usponima preko 5%.

Pri izradi hrapavih tipova asfalta iskorištavali smo tuđa iskustva, iznesena u tehničkoj literaturi, ali smo ujedno, zbog primjene naših materijala i konkretnih uslova, htjeli na neki način ustanoviti stepen hrapavosti izrađenih kolovoza. U tu svrhu izvršili smo mjerenja, koja su iznesena na kraju ovog članka.

S obzirom na važnost tretiranog problema iznijet ćemo prije svega neka razmatranja iz stručne štampe i literature.

Metode mjerenja i definicije

Koeficijent trenja se obično u laboratoriju definira kao trenje između uzorka gume i krute ploče kao odnos potrebne vučne sile i sile okomite na površinu klizanja.

Nije tako jednostavno definitirati koeficijent trenja između gumenih točkova i kolovoza, zbog raznih faktora, koji na to utiču (10). Tako, na primjer, na taj koeficijent utiče temperatura, brzina, vertikalno opterećenje, zatim smjer klizanja.

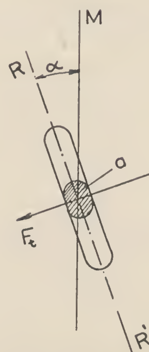
Treba razlikovati longitudinalni i transverzalni koeficijent prema tome, da li je trenje nastalo pri položaju točka u smjeru vožnje, ili je točak zakrenut za neki ugao od smjera kretanja. (Vidi sl. 1).

Prema Daube-u (10) je transverzalni koeficijent trenja određen izrazom

$$\mu_t = \frac{F_t}{P},$$

gdje je: F_t = bočna sila,

P = teret, koji otpada na jedan točak.



Sl. 1

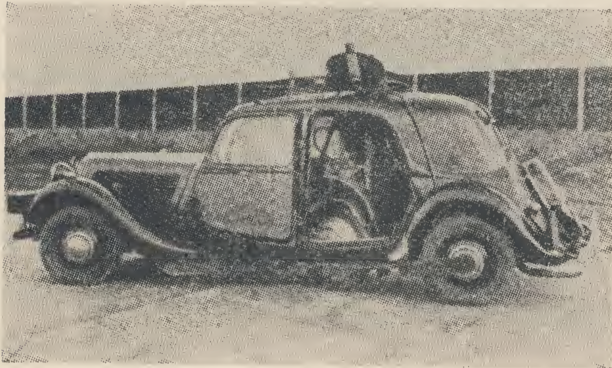
U Road Research Laboratory-u, kako navodi Masters(14), po prednjoj definiciji se mjeri transverzalni koeficijent trenja, sa posebno opremljenim osobnim automobilom, pomoću petog točka, koji se može zaokrenuti za željeni ugao (obično 20°).

Moyer i Shupe (2) definiraju koeficijent kao odnos sile kočenja i opterećenja točka, u momentu kada ta sila djeluje.

Napomena: Brojevi u zagradama označavaju publikaciju iz literature na kraju članka.

Isti autori vršili su mjerenja na suhom i mokrom kolovozu na tri razna načina:

1) pomoću točka-prikolice, registrujući brzinu i silu kočenja vučenog točka-prikolice pri konstantnoj brzini;
2) kočenjem svih točkova osobnog motornog vozila i mjerenjem zaustavne dužine, i
3) kočenjem svih točkova osobnog motornog vozila, registrujući brzinu i stepen deceleracije pomoću elektronskog i oscilografskog uređaja.



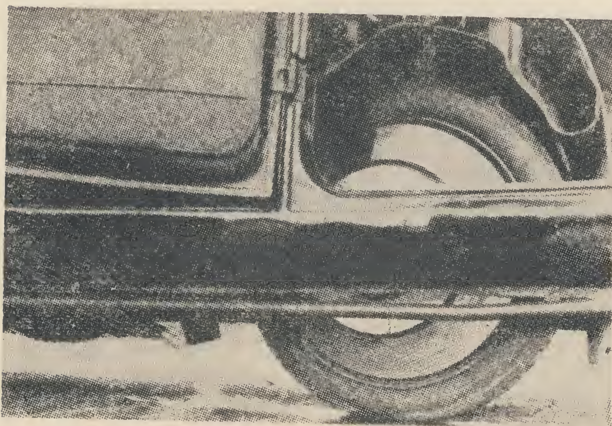
Sl. 1a: Osobni automobil sa petim točkom Road Research Laboratory-a

Dok je Daube vršio mjerenja koeficijenta trenja kod brzine od 50 km/sat, isto kao i Masters kod 30 milja/sat (48 km/sat), dotle su Moyer i Shape vršili mjerenja do brzine 50 milja/sat (oko 80 km/sat), ali upozoravaju na to, da je, kod druge i treće naprijed pomenute metode opasno vršiti opite kod brzina većih od 30 milja/sat.

Schulz i Klingemann (6) idu do brzine od 70 km/sat.

Važno je, da se ispitivanja vrše i na mokrom kolovozu, jer voda znatno utiče na koeficijent trenja.

Englezi su na krov osobnog motornog vozila stavili rezervoar sa vodom, iz kojega voda gravitacijom teče kroz cijev ispod petog točka. Ventil je vezan mehanizmom za točak, tako da se ventil otvori u momentu, kada se točak spusti na kolovoz zbog mjerenja hrapavosti.



Sl. 2: U momentu spuštanja petog točka otvoren je ventil za vodu

Dok Englezi i Belgijanci dobivaju rezultate o hrapavosti direktno na grafikonu, Schulz i Klingemann (6) dobivaju koeficijent trenja iz jednadžbe za energiju

$$\mu_L = \frac{v_0^2}{2gs},$$

gdje je: v_0 = brzina vozila na početku klizanja (zbog kočenja),
g = akceleracija zemaljske teže,
s' = dužina klizanja (zaustavna dužina pri kočenju).

Američka metoda mjerenja koeficijenta trenja pomoću točka-prikolice mjeri silu kočenja dinamometrom i efektivno opterećenje točka za vrijeme pokusa, dok se po metodi zaustavne dužine prosječni koeficijent trenja kod Amerikanaca računa iz zaustavne dužine po formuli

$$f = \frac{V^2}{30\,S},$$

gdje je: f = prosječni koeficijent trenja,
V = početna brzina u miljama/sat u momentu upotrebe kočnica,
S = zaustavna dužina u stopama.



Sl. 3: Osobni automobil u SAD sa dva peta točka: jedan točak je Wagner-ov Stopmetar za mjerenje zaustavne dužine, drugi točak mjeri brzinu

Schulz i Klingemann (6) predlažu upotrebu osobnog motornog vozila i kočenja sva 4 točka. Na dionici gdje se vrši mjerenje označi se sa 2 kolca dužina od 10 m, a nekoliko metara ispred prvog kolca se stavi treći, kao upozorenje vozaču, da se približava pokusnoj traci i da kod tog kolca treba da zakoči.

Za određivanje brzine V_0 snima se vozilo sa filmskom kamerom, dok ono klizi na pokusnoj traci i štopericom se ustanovi proteklo vrijeme. Razvijeni film se pomoću Moviskop-a ocijeni tako, da se izračuna broj slika, dok je stražnji točak

klizio od prvog do drugog kolca 10-metarske dužine. Kako se to brojanje može izvesti s tačnošću od 1/4 slike, može se odrediti vrijeme sa tačnošću od 1/100 sekunde. Srednja brzina V_0 trake se može izračunati iz njene dužine i ustanovljenog vremena.

Za određivanje dužine klizanja *S* uzima se, da je srednja brzina za klizanje postignuta na sredini 10-metarske trake. Dužina klizanja se dobiva iz udaljenosti te tačke do tačke, gdje se vozilo zaustavilo.

A. D. Morgan (2) kaže u opisu »stopping-distance« metode pri kočenju sva 4 točka motornog vozila, da u momentu kočenja točkova jedan detonator ispali grudvu kreča na kolovoz, što omogućava stvaranje traga za ustanovljenje zaustavne dužine.

Mana metode kočenja je u tome, što kočnice moraju biti ispravne, zatim, što je sistem kočenja različit kod raznih vozila, pa se prema tome jedno vozilo mora upotrebiti za sva mjerenja.* Nadalje je za kvašenje kolovoza potrebno mnogo vode (kod američke i njemačke metode vrlo mnogo, kod engleske mnogo manje).

Dobra je strana tih metoda »zaustavne dužine«, što su jednostavne i ne zahtijevaju skupu opremu, a pokus se brzo može izvesti.

Ovo poglavlje dopunjujemo još mišljenjem danskog profesora N. J. Dahl-a (20), koji kaže: »Obično se koeficijent trenja definira sa $\mu = \frac{T}{P}$, gdje je T horizontalna sila, a P pritisak točka.

Dahl uvodi faktor *c* kao odnos efektivnog i stvarnog pritiska točka, pa dobiva

$$T = \mu \cdot P_1 = \mu \cdot c \cdot P,$$

gdje je P_1 efektivni pritisak točka.

Vrijednost faktora trenja *c* će biti izvedena u nastavku.

Zamislimo sloj vode na kolovozu, nadalje jedan izlizani i jedan ispravan gumeni točak.

Pod silom P voda će se dijelom zbiti pod pločom, i ta sila će izazvati pritisak vode prema gore *p*. Ukupni vodeni potisak bit će u ravnoteži sa pritiskom ploče, pa važi jednačina

$$\mu = \int p \cdot dF.$$

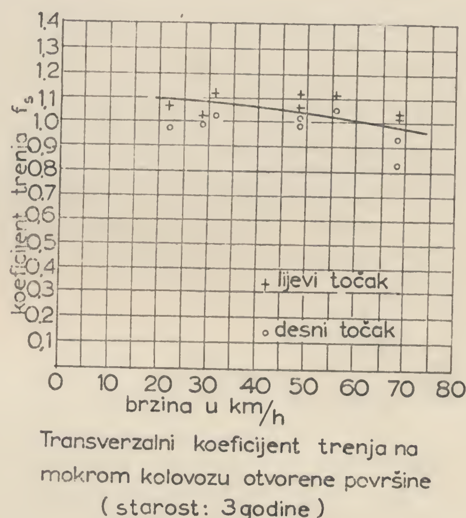
Dok voda drži samu ploču, horizontalna sila *V* može se smatrati da je vrlo mala i da odgovara trenju vode.

U šupljine gumenog točka, koje pretstavljaju žlijebove na točku ušla je voda.

Kako je guma elastična, voda će u žlijebovima biti djelomično zbijena, dok će istovremeno i visina žlijebova biti reducirana, jer će se šara na gumenom točku stisnuti. To znači, da će cjelokupni pritisak točka biti preuzet djelomično vodenim potiskom p_1 u žlijebovima, a djelomično pritiskom p_2 neposredno između točka i kolovoza. Samo ovaj posljednji dio od *P* omogućuje vertikalno prenošenje tereta, pa se iz toga *c* može izvesti jednadžbom

$$c \cdot P = \int p_2 \cdot dF.$$

Veličina *c* zavisi dalje od brzine vozila, debljine vodenog sloja i vrste kolovoznog zastora. U prednjoj ideji je kolovozna površina uzeta potpuno glatka, »ali ako je površina hrapava, doći će do povećanja koeficijenta *c*.«



Transverzalni koeficijent trenja na mokrom kolovozu otvorene površine (starost: 3 godine)

Sl. 4

S obzirom na to, da debljina vodenog sloja na kolovozu utiče na rezultat, Kampmann navodi, kako u Danskoj upotrebljavaju za mjerenje hrapavosti točkove sa potpuno izlizanim profilom.

Na taj način izvršena mjerenja prikazana su na grafikonu i sl. 4.

Kod zatvorenog kolovoza sa porastom brzine brže opada koeficijent trenja nego kod otvorenog tipa (vidi sl. 4), što pokazuje prednosti otvorenog kolovoza, jer je trenje skoro konstantno.



Sl. 4a: Tip I, vide se »ćelava« mjesta, gdje je zbog slabog kvaliteta agregat zdrobljen. Zrna prekrupna

* Inače rezultati nisu usporedivi.

Osim toga, veličina koeficijenta trenja pokazuje također prednosti otvorenih asfaltnih kolovoza.

Giles, koga citiraju i Masters i Daube, zaključio je iz proučavanja zahtjeva vozila i vozača, kao i proučavanja otpora trenja u odnosu na saobraćajne nesreće, da su vrijednosti koeficijenta 0,4 do 0,6 najkritičnije za određivanje podobnosti kolovoza protiv nesreća zbog klizanja. On je okarakterizirao stepen otpora trenja, u granicama do 30 milja/sat (48 km/sat), kako slijedi:

1) Koeficijent 0,6 i veći.

Dobar otpor protiv klizanja, ispunjava zahtjeve modernog saobraćaja, pa je malo vjerovatno, da će se desiti nesreća klizanja pri vlažnom vremenu. Hrapav.

2) Koeficijent 0,5—0,6.

Općenito zadovoljava, udovoljava najvećem broju zahtjeva, osim za neki pojas na putu sa vrlo brzim saobraćajem, ili s većim padom, povezano sa još nekim nedostatkom vozila, kao što su neizbalansirane kočnice. Srednje hrapav.

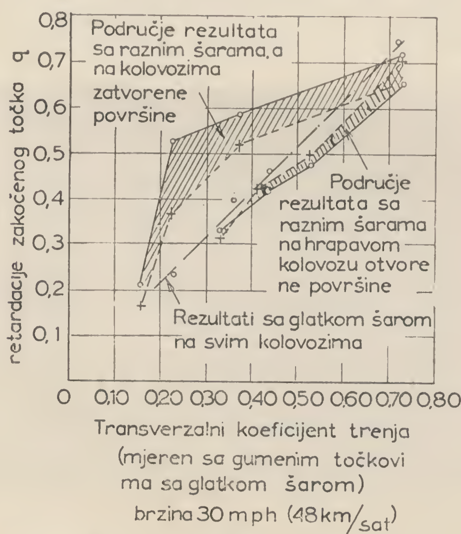
3) Koeficiejnt od 0,4—0,5.

Zadovoljava, osim na teškim dionicama kao što su krivine, padovi, raskrsnice, naročito na opterećenim putovima sa brzim saobraćajem. Malo hrapav.

4) Koeficijent 0,4.

Potencijalno klisko, kod koeficijenata ispod 0,4 nesreće klizanja mogu nastupiti i kod pravaca na putevima. Koeficijenti u tim granicama ne mogu da zadovolje zahtjevima savremenih vozila, a ponekad i kod dosta opreznih vozača. Samo kod malih brzina i kod lakog saobraćaja ili kod ravnog kolovoza a gume na točkovima imaju šare (patterned tyres), mogu te vrijednosti zadovoljavati. Gladak.

Prednje vrijednosti koeficijenta se odnose na mjerenja vršena sa glatkim gumama.



Sl. 5

Kako je anketom ustanovljeno, da 90% vozila ima dobre gume, treba vidjeti uticaj ispravnih guma u interpretaciji transverzalnog koeficijenta trenja (vidi sl. 5).



Sl. 5a: Tip II, krupnoća zrna do 15 mm, neekonomičan zbog slabog iskorištenja svih frakcija agregata

Iz dijagrama na sl. 5 se vidi, da ižljebljene (tyre-tread patterns) gume povećavaju otpor protiv klizanja na zatvorenim asfaltnim kolovozima počevši od koeficijenta trenja 0,25 na više.

Na hrapavim površinama, t. j. onima sa grubozrnatom strukturom (otvorenom), kada je transverzalni koeficijent trenja mjeren glatkom gumom nizak, ostaće nizak, bez obzira na to, kako dobra guma se upotrebi. To će malo iznenaditi brojne vozače, koji drže, da su dobre gume pogodne za hrapavu grubozrnatu površinu.

Mišljenja i iskustva drugih

Na Schulz-ovo i Klingemann-ovo pitanje »da li se od graditelja cesta može zahtijevati, da se kod potpuno izlizane gume obezbijedi dovoljna sigurnost protiv klizanja«, Kampman je odgovorio da se »može«, i to na osnovu koeficijenta, koji se dobiva na hrapavom kolovozu sa izlizanim gumama.

I kolovozi i gumeni točkovi treba da budu hrapavi, ali osim toga treba da dugo zadrže tu hrapavost.

Schulz (1) kaže, da se od kolovoza ne može zahtijevati najveći mogući koeficijent hrapavosti, a da se pri tome ne postavi pitanje:

1) da li odgovara željenoj trajnosti,

2) da li može poslužiti kao zaptivajući sloj za donje osjetljive slojeve kolovoznog zastora,

3) kako se jako troše gume i kako se inače ostali dijelovi vozila drže u zahtijevanim granicama i

4) da li je kolovoz ugodan za vožnju i bez buke.

Iskustvo je pokazalo, da se i zatvorene površine mogu dovoljno hrapave izvesti i postići koeficijent trenja i preko 0,7.

Postavlja se pitanje, da li je uopće potrebno postići veći koeficijent od 0,7, kad je poznato, da kritična veličina leži ispod 0,4.

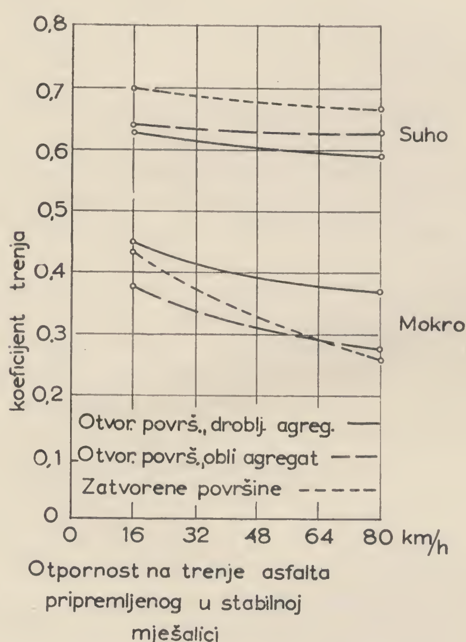
Ispitivanja Morgana (2) su pokazala, da kod brzine 40 milja/sat (64 km/sat) na mokrom kolovozu, koeficijent trenja prelazi veličinu 0,4 i da se dobiva dovoljna sigurnost prema standardima AASHO-a (American Association of State Highway Officials: »A Policy on Sight Distance for Highways«, 1940).

U tim standardima se traži faktor sigurnosti 1,25 s time, da sigurna zaustavna dužina kočenja na mokrom kolovozu pri brzini od 40 milja/sat (64 km/sat) ne prelazi 113 stopa (35 m).

Ako to preračunamo na brzine od 50 km/sat, koliko se najčešće uzima u Evropi pri mjerenju koeficijenta trenja, dobićemo analogno prednjim standardima, da bi zaustavna dužina trebala iznositi maksimalno oko 20 m, pri čemu je zadržan faktor sigurnosti za koeficijent trenja 1,25; to znači, da koeficijent treba da iznosi 0,5.

Ima više faktora, koji utiču na klizavost površina zatvorenih asfaltnih kolovoznih zastora, kao što su: sastav mješavina, priroda materijala, način polaganja i dr.

Jedan od važnih faktora je količina veznog sredstva.



Sl. 6

Poznato je, da suvišna količina veznog sredstva može dovesti do stvaranja opasno skliske površine.

Na jednom putu u Belgiji, na katran-betonskom kolovozu sa previše katrana, koeficijent trenja, mjeren ljeti pri brzini od 50 km/sat, iznosio je 0,32. Takav kolovoz se može popraviti razastiranjem kamene sitneži obavijene sa vrlo malo veziva, ili se u slučaju velikog znojenja može prethodno ugrijana kamena sitnež razastrti i uvaljati. Može se eventualno kolovoz posuti krupnim pijeskom i pustiti da saobraćaj izvrši utiskivanje.

Stepen zatvorenosti površine znatno utiče na hrapavost. Međutim, otvoreni kolovoz omogućava prodiranje zraka i svijetlosti i drugih atmosferskih uticaja dublje, a time se trajnost kolovoza smanjuje.



Sl. 6a: Tip III, hrapavost vrlo dobra, agregat treba povećati od 15 mm na 20 mm. Vrlo ekonomičan, jer se sve frakcije agregata iskorišćuju

Daube navodi jedan slučaj kolovoza sa zgurom visoke peći, koji je na jednom dijelu ispod nekog mosta imao slabo zatvorenu površinu i imao je transverzalni koeficijent 0,7. Isti taj kolovoz sa dobro zatvorenom površinom »pod vedrim nebom« imao je koeficijent 0,42. Saobraćaj je bio težak.

Kako utiče sastav mješavina, pokazuje naredna tablica (oktobar 1957, put mokar, brzina 50 km/sat):

Sastav mješavine asfaltbetona (Starost: 1 sedmica)	Transverzalni koeficijent trenja
Srednja količina: 50% porfirne sitneži, 37% prirodnog pijeska i 8% filera	0,62
Ista mješavina, ali sa pijeskom 25/75 drobljenog pijeska prema prirodnom	0,63
Ista mješavina, ali sa pijeskom 50/50 drobljenog pijeska prema prirodnom	0,74

Moyer i Shupe (2) dobili su mjerenjem koeficijenta trenja na asfaltima sa okruglim i drobljenim agregatom, zatvorenom i otvorenom površinom, pri suhom i vlažnom kolovozu rezultate prikazane na slici 6.

Iz diagrama na sl. 6 se vidi, da je uticaj oblika zrna veći nego struktura površine kolovoza.

Mokri kolovoz otvorene površine daje 10 do 25% veću vrijednost koeficijenta trenja.

Veličina koeficijenta trenja za mokar kolovoz je 1/3 do 2/3 od suhog, s time, što su najveće razlike pri velikim brzinama, a baš tu su zahtjevi najveći što se tiče trenja.

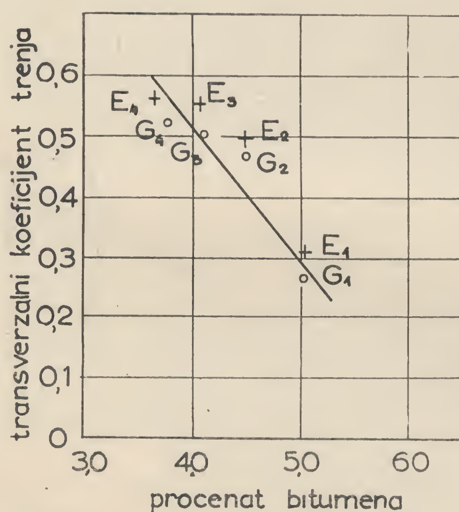
Isti autori zaključuju, da se i kod kolovoza zatvorene površine može postići trenje jednako onom kod otvorene površine, ako se upotrebi drobljeni agregat i ako se ne doda previše veziva. Naravno, vrlo malo prekoračenje u količini veziva imat će mnogo jači efekat na smanjenje veličine trenja kod zatvorene površine nego kod otvorene.

Kako utiče vrsta veziva i godišnje doba, vidi se iz naredne tabele. (Pokusi na putu u Fléron-u, 4 godine poslije izrade).

Sastav mješavine katran-betona	Transverzalni koeficijent trenja	
	8. VIII.	15. XI.
Agregat krečnjaka 2/20 mm, srednja vrijednost viskoziteta katrana 56,5° EVT (za 15 dionica)	0,36	0,49
Agregat od krečnjaka 2/20 mm, vezivo tarbit sa 20% trinidadskog bitumena, srednja vrijednost viskoziteta 55° EVT (za 8 dionica)	0,31	0,38

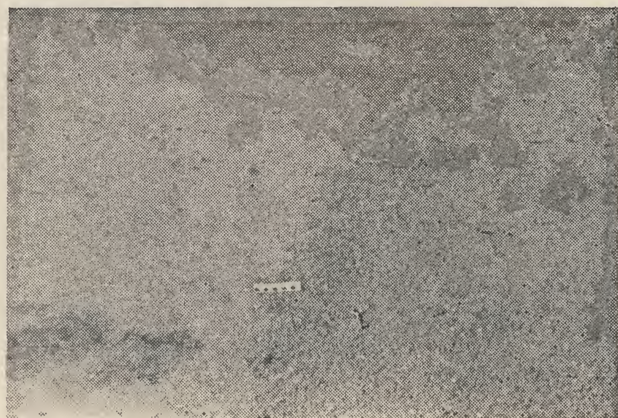
Kod poluzatvorenih asfaltnih kolovoza prevelika količina veziva povećava klizavost.

Na jednoj probnoj dionici na putu Lembeck u Belgiji na 8 probnih dionica vrlo sličnog granulometrijskog sastava, ali sa različitim procentom vezanog bitumena (agregat profir sa maksimalnim zrnom 16 mm), dobiveni su, pri brzini od 50 km/sat i temperaturi vode na površini kolovoza oko 35°C (mjesec august) rezultati prikazani u grafikonu na sl. 7.



Sl. 7

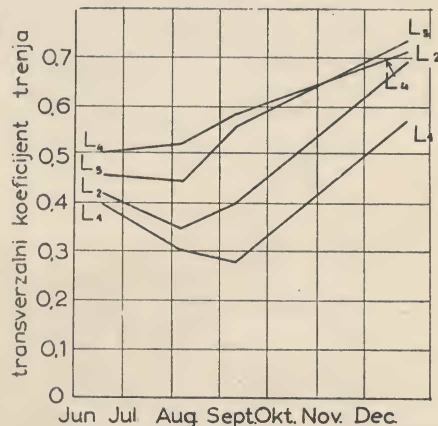
Vidi se, da kod te vrste kolovoza, a pri velikoj žegi, koeficijent može pasti od 0,5 na 0,3 kod promjene veziva od 4% na 5%. To je dakako gruba ocjena, ali svakako pokazuje tendenciju opadanja trenja pri porastu količine veziva.



Sl. 7a: Prijelaz od hrapavog tipa II na nehrapavi asfalt

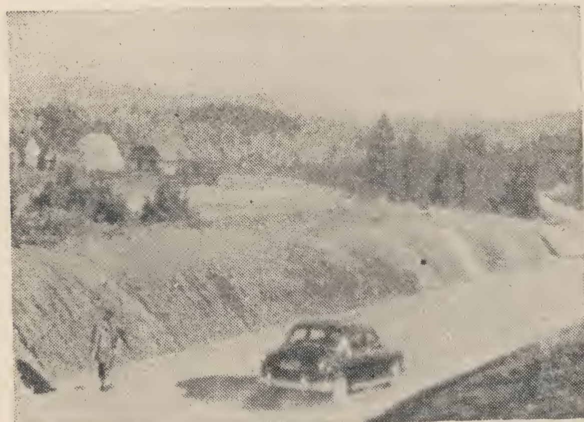
Baron i Wévy (9) tvrde, da kod asfaltnih kolovoznih zastora postoji indirektna proporcija između stepena zatvorenosti površine i transverzalnog koeficijenta trenja, mjerenog sa glatkim gumenim točkovima, sa druge strane, da postoji direktna proporcionalnost između stepena zatvorenosti i trajnosti zastora. Hrapavost i trajnost često se međusobno isključuju. Međutim, upotrebom naročito pogodnog agregata može se ipak stepen hrapavosti znatno povisiti, a da se ostale osobine ne okrnje.

Baron i Wéry zaključuju, da ne treba težiti za tim, da se postignu naročito visoke vrijednosti transverzalnog koeficijenta trenja, nego da treba pokušati odrediti okolnosti, koje će pod svim uslovima dati dovoljne vrijednosti za sigurnost korisnika putova.



Sl. 8

Promjene u koeficijentu trenja u toku godine prikazuje grafikon na sl. 8.



Sl. 8a: »Fiat 1400« je upravo zakočen na mjestu označenom trakama od kamenog brašna

Granulometrijski sastav i količina veziva sa 4 mješavine za kolovoze sa poluzatvorenom površinom, prikazane na narednoj tabeli, pokazuju veliku sličnost sastava.

Sadržaj	L_1	L_2	L_3	L_4
Bitumena	4,57	4,31	4 52	3,75
Filera	5,1	4,9	5,5	5,4
Pijeska	11,8	11,1	12,8	13,0
Zrna 2—8 mm	23,3	20,7	23,2	23,4
Zrna 8—16 mm	39,4	42,7	40,0	39,0
Zrna 16—22 mm	17,8	19,9	15,5	17,0
Zrna 22—32 mm	2,6	0,7	3,0	2,2
Ukupno zrna 2—32 mm	83,1	84,0	81,7	81,6

Uporedbom mješavina L_1 i L_3 se vidi, da sadrže gotovo istu količinu veziva, ali količina filera je kod L_3 veća što je dovelo do većeg viskoziteta veziva, pa zbog toga do većih vrijednosti koeficijenata trenja. Tipična je mješavina L_4, gdje su dva faktora uticala na dobivanje visoke vrijednosti koeficijenta trenja, to su: mala količina veziva i velika količina filera u odnosu na vezivo (1,44 : 1).

Od kolikog je uticaja količina filera na smanjenje osjetljivosti na sezonske promjene, jer se vezivo ponaša kao viskoznija tečnost, vidi se također iz naredne tablice:

Naziv dionice		D 1 do 4	F 1 do 4
Srednja sadržina filera		4,4%	5,6%
Srednji transverzalni koeficijent trenja	Juni	0,52	0,57
	Decembar	0,75	0,65
Razlika u koeficijentu trenja		0,23	0,13

Morgan (2) misli, da prevelik procenat veziva ima veći uticaj na smanjenje trenja nego oblik zrna. Osim toga, pretjerana količina veziva ima tendenciju da smanji stabilnost kolovoza.

Zimi je trenje veće nego ljeti (naravno, isključujući snijeg i led). To naročito važi za kolovoz sa malim stabilitetom.

U Austriji (19) su došli do ovih zaključaka o dobivanju hrapave površine

1) Vrste bitumena, koje sadrže preko 10% netopivih sastojina u benzinu, bolje odgovaraju nego bitumen dobiven kao ostatak pri destilaciji nafte.

2) Kolovozi sa rezanim bitumenom i bitumenskom emulzijom treba da neko vrijeme poslije dovršenja budu zatvoreni za saobraćaj.

3) Što se tiče agregata, odgovara samo žilav, kubičast, trajno hrapav i postojan agregat, koji, obavijen ugljovodoničnim vezivom i pri držanju pod vodom, mora pokazati dobru prionjivost.

Za izradu hrapavih kolovoza predviđaju različite izvedbe, za koje navodimo ove pojedinosti:

Vrlo hrapav (na oko hrapav) kolovoz izrađuje se tako, da se u sitnozrnu mješavinu, kao podlogu razastrtu u jednolikoj debljini i neuvaljana, valjkom utisne obavijena grubozrna sitnež (po mogućnosti iste veličine zrna).

Količina mase podloge u kg/m² treba da je tolika koliki je dijametar najvećeg zrna grubozrne sitneži u milimetrima. Rezultat toga će biti, da će grubozrna sitnež biti utisnuta do 2/3 svoga promjera u podlogu.

Mješavina podloge treba da je nešto masnija nego što bi odgovaralo granulometrijskom sastavu. Da bi se povećalo prianjanje veziva za grubozrnu sitnež, može se upotrebiti kao dodatak mala količina filera.

Da se spriječi prodiranje vode kroz asfaltni kolovozni zastor, može se primjeniti tzv. obrnuti zastor, t. j. kod dvoslojnog zastora se kao binder izradi sitnozrni sloj (kao što je to primijenio Swietelsky (5)).

Zastori sa površinom tzv. »sandpapier« — hrapavosti mogu se izraditi od bitumenskog i katranskog betona upotrebom agregata različite vrste i upotrebom obavijenog filera. Osnovno je, da ne dođe do stvaranja klizavosti zbog prevelike količine veziva.

Hrapava površina može se dobiti izradom penetrisanog zastora sa žilavim tucanikom i kamenom sitneži.

Mogu se izvesti površine obrade sa hrapavom strukturom. Hrapavost se postizava posipanjem sitneži 8/12 do 12/18 mm krupnoće, obavijene sa 1,5—3% veziva preko podloge, koja je prethodno poštrcana sa 0,6—1,3 kg/m² veziva.

Dr Lüer (17) navodi kolovoz u Njemačkoj, mjesto da utisnu valjanjem krupniji agregat, običavaju u masu za površinski sloj umiješati krupnija zrna (do 12 mm).

Što se tiče pitanja, gdje na putu treba izvesti hrapav kolovoz, utvrđeno je u Austriji, da ga treba

izraditi na usponima t. j. brdskim potezima. Osim toga, trebalo bi hrapavo izraditi površine u krivinama, na autobusnim stajalištima i prilazima.

Austrijanci misle, da će budući razvitak dovesti do ekonomične hrapave izvedbe zastora, koji će biti siguran za saobraćaj ne samo na brdskim relacijama nego i u ravnici.

U Engleskoj izrađuju tzv. »non-skid rock asphalt«, (18) i to tako, da se na tvrdoj podlozi razastre 12 mm debeli sloj asfalta od prirodnog asfaltnog kamena samljevenog u prašinu, dok je on još vruć i neuvaljan, preko njega se razastre obavijeni agregat veličine zrna 25 mm, tako da bude zrno do zrna. Nakon dobrog utiskivanja obavijenog agregata valjanjem lagano se pospu međuprostori zrna agregata prašinom prirodnog asfalta.

Kod velikih uspona i teškog saobraćaja upotrebljava se agregat krupnoće 25 mm. Attwooll (3) navodi, da je normalna veličina zrna 20 mm; za ulice za laki ili spori saobraćaj može se upotrebiti zrna 12 mm.

Optimalna količina obavijenog agregata za izradu hrapave površine, zavisi od veličine i vrsti kamena, ali praktički se može uzeti, da važe ove mjere:

Veličina zrna	Količina obavijenog agregata po 1 m^2 u kg.
12 mm	11—13,3
20 mm	15—19
25 mm	27—34

Haaren (8), govoreći o gradnji šumskih puteva sa kolovoznim zastorom od katrana, opisuje izradu hrapave površine na katran-makadamskom kolovozu.

Po izrađenom katran-makadamu razastire se 15—20 kg/m^2 katranskog šlema; iznad ovoga se razastre 40 kg/m^2 agregata, krupnoće 8/12 mm ili 12/15 mm, obavijen sa 2% katrana.

Treba napomenuti, da se šlem u količini većoj od 6 kg/m^2 nanosi u slojevima, jer inače nastaju pukotine od sušenja.

Hrapava obrada može se izvesti na taj način, da se u otvoreni skelet grubozrnog katranom obavijenog agregata šlem ulije odozgo. To je neka vrsta saga od katranskog splita sa dodatnom obradom šlemom. U tom slučaju se upotrebljava samo 6 do 10 kg/m^2 šlema.

Šlemom obrađeni kolovozi imaju vanredno hrapavu površinu, zbog upadanja šlema u pore. Šlem se grtalicama razgrće, a kefama utiskuje.

Pri gradnji šumskih puteva često se dešava, da treba na strmim dionicama izraditi kolovoz velike hrapavosti, što se postiže izradom sloja sa šlemom i krupnim zrnima.

Isti autor spominje daljni jedan način izrade hrapavog kolovoza, tzv. Teermastix — Rauhbelag. Teermastix se sastoji od meke smole kao veziva, kojoj se, ugrijanoj u kazanu, primiješa fin pijesak i filer. Ta masa se razastre na izrađeni ili postojeći kolovoz, prekrije splitom i odmah iza toga valja.

Za agregat (split) veličine zrna 8/15 mm i 15/25 mm treba mastixa 20—25 kg/m^2.

Nijemci (13) drže, da na usponima i krivinama katran-beton i bitumen-katran-beton, izrađeni sa 50—70% splita 2/18 mm krupnoće i veće i 5—10% filera sa 6—7,5% veziva, viskoziteta 250/500, daje dosta hrapavu površinu.

Tip I. (vrlo hrapavi) 1958g.

Proces rada	Opis	Materijali	
		Agregat	Vezivo
1. Binder	Binder razastrt ručno ili pomoću finišera dobro se uvalja.	krečnjak 63 kg 3/25 m/m 15/25 m/m 70% 8/15 m/m 20% 3/8 m/m 10% filera 2,8%	Cestol 4,1% od agregata
2. Habajući	Masa se razastre ručno ili finišerom Pređe se lakim valjkom jedan put.	krečnjak 32 kg 0/8 m/m 3/8 m/m 40% 0/3 m/m 60% filera 5%	Cestol 7,0% od agregata
3. Hrapavi	Grubozrni materijal obavijen vezivom se razastre lopatama i grabljima.	Eruptivac Dacit, 13 kg iz Maglaja zrna 15/25 m/m filera 4%	„Cestol" 3,75% od agregata
4. Valjanje	Utiskivanje eruptivca u habajući sloj i konačno valjanje 3-4 puta valjkom 6-8 t	-	-

Sl. 9

Kao druge mogućnosti za postizavanje hrapave površine navodi se ovaj postupak:

Količina mase, u koju se utiskuje grubozrni agregat u odnosu na veličinu zrna vezana je čvrsto zahtjevom, da u finu osnovnu masu smiju ova zrna upasti do 2/3 »do ramena«. Pod pritiskom valjka osnovna masa će se zbiti i podići između grubih zrna. Preostale male međuprostore treba zatvoriti posipanjem mršavo katranisanim pijeskom i još jedamput uvaljati.

Grubozrni agregat treba da zadovolji oštrim zahtjevima što se tiče čvrstoće za pritisak, udarac i ivice. Preporučuje se upotreba agregata dobrog oblika i sa vrlo tijesnom granulacijom.

Kod izrade hrapavog sloja na postojećem starom asfaltnom kolovozu, pri upotrebi agregata za izradu osnovne mase veličine zrna 0/8 mm ili 0/12 mm, količina te mase treba da iznosi 50 kg/m^2.

Najjednostavniji i najjeftiniji način hrapavljenja jeste površinska obrada.

Ing Heruc (11) postavlja pitanje podesnosti hrapavih kolovoza za mješoviti saobraćaj, navodeći da »konj svojim kopitom i potkovom razbija baš ono kameno zrna, kojim se postiže hrapavost, a to su zrna 10—30 mm debljine, pa zbog toga dolazi do brzog kvarenja asfalta.«

Osim toga, isti autor kaže, da se »kod mješovitog prometa donosi na kolovoz blata s prilaznih puteva, koje onda skupa s ostalim nečistoćama ispunjava udubine između zrna i za vrijeme vlažnosti stvara sloj finog mulja, koji samo povećava klizavost« i na kraju zaključuje »na temelju gornjeg obrazloženja, bolje je da se kod nas ceste za mješoviti promet grade na zatvoreni način, jer su otpornije prema djelovanju prometa«.

Tačno je, da se krupna zrna veća od 20 mm lome pod kopitama konja i da se na dijelovima uz prilazne puteve nanosi blato; međutim, sigurno je, da kod upotrebe čvrstog eruptivca veličine zrna 20 mm ne dolazi do loma zrna, što smo iskusili na našim probnim dionicama, gdje je mješoviti saobraćaj intenzivan, a nepobitno je, da će zatvoreni kolovoz zbog nanešenog blata biti klizaviji po kišnom vremenu od hrapavog, jer pod težinom točka odnosno vozila dolazi do djelomičnog istiskivanja blata, a šare na gumi će ipak pri kočenju naići na istaknuta zrna hrapavog kolovoza.

Attwooll (3), govoreći o hrapavim osobinama valjanog asfalta i o eventualnoj pojavi masnih mrlja od bitumena, koje se izglačaju pod djelovanjem motornog saobraćaja, ističe, da je u British Standarde od 1928 g. već ušlo hrapavljenje asfaltnih kolovoza slojem obavijene kamene sitneži, i to s razloga »što prosječan vozač motornog vozila nije u stanju, u slučaju glatkog kolovoza, da razlikuje između klizavog i sigurnog, naročito kad je kolovoz mokar, i tada je od prvostepene važnosti, iz psiholoških razloga, da površine kolovoza budu hrapave«.

U istom smislu kaže i Ing Heruc (11): »može jedan zatvoreni asfaltni pokrov biti i siguran protiv klizanja; on ipak upravljača vozila primorava, da za vrijeme vlažnosti misli da vozi po glatkoj površini, pa prema tome prilagođava i vožnju. Već sam taj momenat nas upućuje, da su otvoreni asfaltni pokrovi za vožnju sigurniji.«

Na kraju ovog poglavlja iznijećemo podatke o saobraćajnim nesrećama na putu I reda Sarajevo—Kiseljak na dionici Kobilja Glava—Kiseljak, gdje je 1955 god. izrađen miješani asfalt-makadam po hladnom postupku sa emulzijom.

U proljeće 1956 godine izvršeno je zbog izvjesnih oštećenja »pomlađivanje« polivanjem emulzijom, zbog čega je dobiven vrlo gladak asfalt.

Tabelarni pregled saobraćajnih nesreća na putu I reda Sarajevo—Kiseljak, na potezu Kobilja Glava—Kiseljak (oko 10 km)

Godina	Broj nesreća	Uzrok nesreće
1957	5	Mokar i klizav asfaltni kolovoz
1958	6	„
(za 9 mjeseci) 1959	(8)	„

S obzirom na iskustvo iz ranijih godina u god. 1959 vjerovatno će se desiti još 5 ili 6 iskliznuća ili prevrtanja. Do porasta nesreća je došlo zbog povećanog broja motornih vozila.

Statistički podaci pokazuju, da se nesreće dešavaju prva 3 mjeseca u godini i od oktobra do kraja godine. U ljetnim mjesecima nema nesreća. To pokazuje, da je mokar kolovoz glavni uzročnik.

Ukupna šteta na vozilima iznosi nešto preko 1 milion dinara; međutim, ocjena organa narodne milicije je vjerovatno dosta niska, jer su stvarni troškovi morali biti veći.

U navedenim saobraćajnim nesrećama bilo je oko 25 lakše i teže ozlijeđenih lica (tačan broj nije se mogao ustanoviti, jer je često izvrnuto vozilo zatečeno prazno).

Iskustva u Engleskoj i Belgiji su pokazala, da hrapavi asfalt znatno smanjuje saobraćajne nesreće zbog klizanja i da je korist, koju društvo ima od toga, najmanje desetostruka u odnosu na troškove potrebne za održavanje površina kolovoza u visokoj hrapavosti.

Iako kod nas zbog manjeg saobraćaja neće važiti isti odnosi troškova prema štetama, ipak, s obzirom na sve veći broj motornih vozila, mogu se očekivati i brojnije saobraćajne nesreće, pa zajednica mora povesti računa o tom pitanju, jer su, pored materijalnih troškova, u pitanju i ljudski životi, a također i ugled u svijetu, jer je na putu Sarajevo—Kiseljak bilo slučajeva, da su i stranci doživili nesreću.

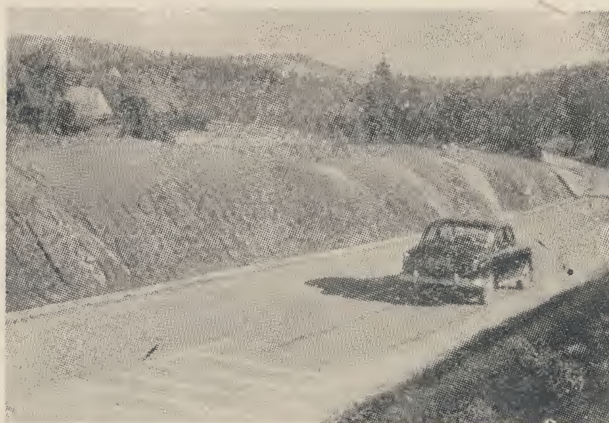
Od nesreće na putu Sarajevo—Kiseljak oko 50% se desilo pred mostom u Paležu, a ostalo na dionicama kroz sela Duhri, Potkraj i Brnjaci.

Situacija je još više otežana zbog male širine kolovoza, koja iznosi svega 5,0 m.

Treba napomenuti, da je do iskliznuća dolazilo i kod brzine od 20 km/sat.

Probne dionice

I. Dionica. U augustu 1958 godine izrađen je putem građevinskog preduzeća »Put« iz Sarajeva I tip hrapavog asfalta, na putu Sarajevo—Olovo,



Sl. 9a: »Fiat 1400« je nakon kočenja stao i ostavio za sobom na asfaltu crne tragove

od km 22+500 u količini od 22 507 m², sa usponima 5%—8%.

Po pravilu odnosno ranijem običaju na tom potezu bi se izradio kolovoz od sitne kocke, ali je predračunom bio predviđen miješani asfalt makadam u 2 sloja u ukupnoj količini asfaltne mase od 101 kg/m², sa 5,0 kg završnog posipanja obavijenom sitneži 0/3 mm sa 3% veziva.

Umjesto habajućeg sloja (40 kg asfaltne mase po 1 m² i završnog posipanja 5,0 kg) izrađeno je hrapavljenje sa jednim slojem od 32 kg/m² podloge od sitnozrnog asfalta i 13 kg/m². Proces rada i količine agregata i veziva prikazuje sl. 9.

Laboratorijski izrađeni uzorak hrapavog kolovoza imao je zrna do 25 mm, dok je isporučilac eruptivnog agregata, Tehnička sekcija za puteve iz Doboja, proizvela krupniji agregat do 40 mm na čeljusnoj drobilici; osim toga, oko 35% je bio kamen sa površine, tako da se prilikom valjanja i u prvim mjesecima od saobraćaja sav slabi agregat raspao. Ostala zdrava zrna pokazuju veliku čvrstoću na udar i habanje, i sada poslije jedne godine pod saobraćajem dionica predstavlja prilično hrapav, a za saobraćaj i po najjačem pljusku siguran kolovoz.

Iskustvo sa ove dionice je pokazalo, da ne treba ići previsoko sa krupnoćom zrna agregata za hrapavljenje i da kvalitet kamena treba da bude jednolik.

Inače, po svojim fizičkim osobinama upotrebljeni kamen za izradu agregata zadovoljava. To je eruptivac Dacit iz kamenoloma kod Topčić Polja i Maglaja. Nedostatak je bio u tome, što nije bila propisno organizovana proizvodnja, nego je od ranije izvađenog kamena izdrobljena za ovu potrebu potrebna količina.

II. Dionica. U 1959 godini smo pristupili izradi novih dionica.

Na dijelu od Olova do Kladnja na istom putu od km 45+460 u količini od 34 811 m², Građevinsko preduzeće »Put« iz Sarajeva izvelo je hrapavi asfalt po uzoru na sistem, koji je opisao Ing Swietelsky (5), na usponima 5—7%, naš tip II.

Upotrebljene mješavine i proces rada prikazani su na slici 10.

Nakon 3—4 prelaza valjkom dobiven je dovoljno hrapav asfalt. Eruptivni agregat je diabaz, nabavljen iz kamenoloma u Slavonskoj Orahovici. Kod tog načina je bilo nezgodno prosijavanje frakcije 15—25 mm zbog dobivanja zrna iznad 20 mm; osim toga, došlo je do prilično neravnomjernog trošenja agregata od krečnjaka.

Građevinsko preduzeće »Put« iz Sarajeva, koje je izvodilo asfaltiranje, predložilo je, da se malter i eruptivac promiješaju u asfaltnoj miješalici i nakon toga finišerom razastiru. Po ovom prijedlogu izrađen je jedan potez od oko 500 m dužine. Izgled površine daje utisak ravnomjernijeg rasporeda zrna eruptivca nego kada se radilo ručno i odvojeno razastiralo, ali površina nije toliko hrapava. Kod tog izmjenjenog načina rada postoji opasnost, da je srednji grubozrnasti sloj, krupnoće 20—30 mm, u koji je malter trebao biti utisnut, ostao donekle šupljikav, i tu bi zimi mogla atmosferska voda da se smrzava.

Da li je ta sumnja opravdana, pokazaće se u proljeće 1960 godine.

Interesantno je napomenuti, da je Ing Swietelsky upotrebio za dobijanje hrapavosti suh neobavijen eruptivac.

Naš pokušaj sa neobavijenim eruptivcem nije uspio, pa smo prešli na obavijanje vezivom, što je dalo dobre rezultate.

Tip II. izrađen 1959g

Proces rada	Opis	Materijali Agregat	Vezivo
1. Sitnozrni sloj	Donji sloj se razastre ručno ili finiserom, pređe se jedanput valjkom	krečnjak 32 kg 0/8 m/m 2/8 m/m 40% 0/2 m/m 60% filera 3,0%	Cestol 6,8% od agregata
2. Grubozrni sloj	Grubozrni agregat se razastre finišerom i pređe jedanput valjkom.	krečnjak 46 kg zrna 20/30 m/m	Cestol 3,75% od agregata
3. Asfaltni malter	Ručno se razastre malter.	krečnjak 9,5 kg 0/8 m/m 2/8 m/m 20% 0/2 m/m 80%	Cestol 7,0% od agregata
4. Hrapavi	Ručno se razastre obavijeni eruptivac; valja se valjkom 6-8t poslije sa 12-14t.	Eruptivac diabaz iz Slav. Orahovice, 12 kg 7/15 m/m	Cestol 3,0% od agregata

Sl. 10

III. Dionica. Na istom putu na strmom silazu ispred samog Olova, idući od Sarajeva, od km 38+500 do km 41+000, na padu od 5—6%, izrađen je treći tip hrapavog asfalta u količini od 16 190 m².

Radove je izvodilo Građevinsko preduzeće »Gradski putevi« iz Sarajeva.

Prosijavanjem raspoloživih frakcija agregata od krečnjaka iz drobilane i sastavljanjem mješavina potrebnih za izradu asfalta po tipu Ing Svietilsky došlo se do poraznog rezultata, da bi samo 35% izdrobljenog materijala mogao da se iskoristi, dok bi ostatak ostao na gradilištu. Stoga je primijenjen način opisan u novijoj njemačkoj stručnoj literaturi (13).

Upotrebljene mješavine i proces rada opisani su na sl. 11.

Već 8 dana nakon puštanja u saobraćaj dobivena je vrlo ravna, dovoljno hrapava površina.

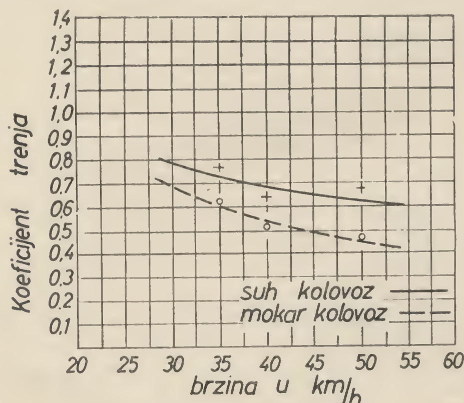
Tip III. izrađen 1959g

Proces rada	Opis	Materijali Agregat	Vezivo
1. Binder	Binder se razastre i uvalja	krečnjak 52 kg 8/25 m/m 15/25 m/m 60% 8/15 m/m 40% filera 2,5%	Cestol 4,0% od agregata
2. Habajući	Razastiranje finišerom ili ručno.	krečnjak 30 kg; 0/15 m/m 8/15 m/m 50% 0/8 m/m 50% filera 2,5%	Cestol 6,0% od agregata
3. Hrapavi	Eruptivac obavijeni vezivom razastre se finišerom.	Eruptivac diabaz iz Sl. Požege 18 kg, 7/15 m/m filera 2,5%	Cestol 3,0% od agregata
4. Završni	Posipanje zatvarajućeg materijala i konačno valjanje valjkom 6-8t prelaskom 3-4 puta	krečnjak 4 kg; 0/3 m/m	Cestol 3,0% od agregata

Sl. 11

Mjerenje hrapavosti na probnim dionicama

Da dobijemo orijentacione podatke o stepenu hrapavosti izrađenih probnih dionica, odlučili smo da izvršimo određivanje koeficijenta trenja metodom mjerenja zaustavne dužine.



Nehrapavi miješani asfalt-makadam na putu Sarajevo-Olovo, (starost: 3 mjeseca)

Sl. 12

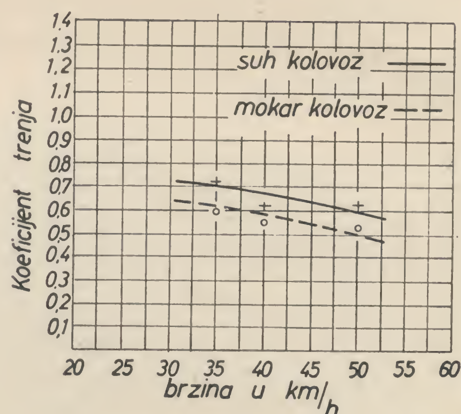
Da bismo pojednostavnili računanje, prvo smo u formuli $\mu = \frac{v_0^2}{2\,g\,s}$ brzinu izrazili u km/sat, sa $g = 9{,}81$ m/sec² i dobili

$$\mu = \frac{V^2}{254 \cdot s},$$

gdje je:

V, u km/sat, brzina motornog vozila,

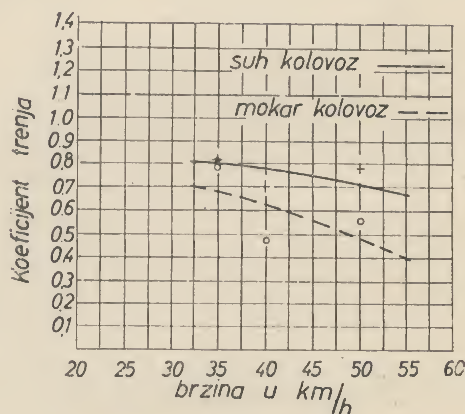
s, u m, dužina zaustavljanja prikočenju na sva 4 točka.



Hrapavi asfalt tip I (starost: 1 godina)

Sl. 13

Za mjerenja na terenu upotrebili smo osobno vozilo »Fiat« 1400 sa ispravnim kočnicama i novim gumama. Mjerenja su izvršena pri brzinama 35, 40 i 50 km/sat, na suhom i mokrom asfaltnom kolovozu.



Hrapavi asfalt tip II (starost: 3 mjeseca)

Sl. 14

Za kvašenje je služila auto-cisterna za vodu, a za mjerenje platnena vrpca od 25 m. Početnih nekoliko metara označeno je poprečnim trakama na kolovozu, izrađenima pomoću kamenog brašna.

Mjerenja su izvršena 6 oktobra 1959, pri temperaturi zraka od oko 10°C.

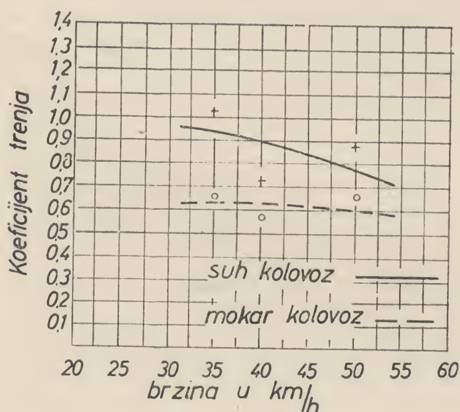
Pored hrapavih dionica ispitana je za uporeðenje hrapavost i stadardnog miješanog asfalt-makadama (nehrapavog).

Izmjerene zaustavne dužine prikazane su u tabelarnom pregledu.

Tabelarni pregled zaustavnih dužina

Vrst kolovoza	Stanje kolovoza	Starost kolovoza	Zaustavna dužina u metrima kod brzine		
			35 km/h	40 km/h	50 km/h
Zatvorene površine (nehrapav)	Suho	3 mjeseca	6,20	9,70	14,60
	Mokro		7,20	12,30	20,20
Tip I (1958 g.)	Suho	1 god.	6,70	10,20	16,0
	Mokro		8,00	11,30	17,70
Tip II	Suho	3 mjeseca	5,80	9,00	12,40
	Mokro		6,00	13,40	17,30
Tip III	Suho	1 mjesec	4,60	8,80	11,10
	Mokro		7,20	10,90	14,50

Na osnovu dobivenih zaustavnih dužina i pomoću ranije izvedene formule izračunati su koeficijenti trenja i nacrtani grafikoni na slikama 12, 13, 14 i 15.



Hrapavi asfalt tip III

(starost: 1mjesec)

Sl. 15

Iz tih grafikona i tabela se vidi, da je kod 50 km/sat mokar nehrapav asfalt na kritičnoj granici, t.j. postaje klizak, jer smo ranije rekli, da je 20 m krajnja zaustavna dužina. Kod tipa I zbog male količine eruptivnog agregata za hrapavljenje (13 kg) i slabog kvaliteta kamena (oko 35% se raspalo pod saobraćajem), došlo je do stvaranja izvjesne »ćelavosti«, što je dovelo do zaustavne dužine od 17,7 m kod mokrog kolovoza, a to je dosta slabo; sa druge strane, obje krivulje su paralelne, što znači, da se suhi i mokri asfalt jednako ponašaju pri kočenju. Prosječna vrijednost koeficijenta trenja mokrog kolovoza iznosi oko 0,55, što zadovoljava.

Tip II suh daje dobre rezultate, ali za mokar kolovoz kod brzine 50 km/sat znatno je povećana zaustavna dužina (od 12,4 m na 17,30 m), t. j. pala je vrijednost koeficijenta trenja. Prosječna vrijednost koeficijenta trenja mokrog kolovoza je 0,5, što je još u granicama hrapavosti.

Tip III daje vrlo dobre rezultate, jer se kod mokrog kolovoza i većih brzina malo smanjuje koeficijent trenja; porast zaustavne dužine kod 50 km/h je malen (od 11,10 m na 14,50 m). Prosječna vrijednost koeficijenta trenja mokrog kolovoza je 0,6, što potpuno zadovoljava.

Od interesa može biti uporedba troškova izrade glatkog i hrapavog mješanog asfalt-makadama

Godine	Hrapav		Gladak
	Tip	Cijena Din/m²	Cijena Din/m²
1958	I	1 321.—	1 246.—
1959	II	1 411.—	1 343.—
	III	1 110.—	1 062.—

Zaključak

Iz prednjih razmatranja o iskustvima i mišljenju drugih, kao i na temelju naših vlastitih probnih dionica i izvršenih mjerenja zaključujemo:

Zbog sigurnosti za saobraćaj treba i kod nas prijeći na izradu hrapavog asfalta.

Izrada hrapavog asfalta je jednostavna i ne povećava mnogo cijenu.

Hrapavi sloj se mora uvijek izrađivati sa eruptivnim agregatom dobrog kvaliteta i oblika.

Količina mase, u koju se utiskuje hrapavi sloj, treba da iznosi oko 30 kg/m², a količina obavijenog agregata za hrapavljenje oko 20 kg/m². Ta količina agregata za hrapavljenje može se razastrti finišerom, što daje bolju i jednoličniju raspodjelu zrna nego ručni rad.

Veličina zrna hrapavog sloja treba da iznosi oko 20 mm, što tješnje granulacije.

Pri obavljanju agregata za hrapavi sloj treba dodati nešto filera i poslije razastiranja posuti obavijenom kamenom sitneži krupnoće 0—3 mm.

Treba vršiti mjerenje stepena hrapavosti nekom od poznatih metoda, a zasada, dok nemamo bolju opremu, mjerenje zaustavne dužine osobnim motornim vozilom, na pr. »Fiat« 1400. To mjerenje i izračunavanje koeficijenta trenja pruža mogućnost uporedbe, iako se dobivene vrijednosti, zbog poteškoća kontrole brzine kod kočenja, ne mogu smatrati kao apsolutno tačne.

Dobivene veličine zaustavne dužine i koeficijenata trenja pokazuju, da nehrapav asfalt, kada je mokar, pri brzini 50 km/sat postaje opasno klizak (koeficijent trenja oko 0,4), da hrapave izvedbe podižu vrijednost koeficijenta i da je najbolji tip III, koji je istovremeno dosta ekonomičan za izvođača, jer se mogu dobro iskoristiti sve frakcije agregata dobivene iz drobilica.

Hrapav asfalt treba raditi na usponima preko 4%, a u horizontali na oštrim krivinama i na potezima ispred i iza mjesta priključenja prilaznih puteva. Isto tako treba ohrapaviti sva ona mjesta, makar i na kratkoj dužini od 100—200 m, gdje su se dešvale saobraćajne nesreće (tipičan slučaj na putu Sarajevo—Kiseljak pred mostom u Paležu i kroz sela Duhri, Potkraj i Brnjaci).

Kako je kod nas u NR Bosni i Hercegovini uvedena praksa, iz razloga štednje, da se za izradu asfalta upotrebljavaju krečnjaci iz same trase puta ili nekog kamenoloma u neposrednoj blizini, a često puta ti krečnjaci ne zadovoljavaju zahtjevima čvrstoće za habanje, jer im se habanje kreće od 18 do 24 cm^3, izrada hrapavog gornjeg sloja ima još jedno značenje, a to je produžavanje vijeka trajanja asfaltnog kolovoza, jer habanje kod eruptivca, koje smo upotrebili, iznosi oko 4 cm^3. Kada bi habanje eruptivca išlo i do 10, pa i 12 cm^3, još uvijek će, s obzirom na razliku u cijeni od oko 8%, produženje vijeka od 8 godina (koliko cijenimo trajnost sloja za habanje miješanog asfaltmakadama koji mi obično izrađujemo), na najmanje 10 godina, ako ne i više, značiti produženje vijeka asfaltnog sloja za habanje najmanje za 25%, što je vrlo važno sa finansijskog gledišta, pored svih dobrih strana, koje hrapavi kolovoz ima za sigurnost.

Na kraju držimo potrebnim da na ovom mjestu zahvalimo preduzeću »Gradski putevi« iz Sarajeva na razumijevanju, što nam je stavilo na raspolaganje osobni automobil, autocisternu i potrebno osoblje, a posebno njegovom direktoru drugu Milošu Jeftiću, što je pored punog interesovanja za hrapave asfalte i lično sudjelovao i pomagao nam prilikom izvršenih mjerenja hrapavosti.

Literatura

1. Dr. F. Schulz: »Zum Problem der Griffigkeit im bituminösen Strassenbau«, »Bitumen«, Hamburg, Nr. 3, April 1956.
2. R. A. Moyer and J. W. Shupe: »Roughness and skid resistance measurments of pavements in California« i
   A. D. Morgan: »Correlation of roughometer and skid tests with pavement type, design and mix«. Bulletin No 37, Highway Research Board, Washington, 1951.
3. A. W. Attwooll: »Rolled asphalt road surfacing materials«, Paper presented to Inst. of Highway Engl. Scottish Branch, December, 1954.
4. E. Klass: Über Rauhbeläge in Dänemark und Schleswig-Holstein«, »Bitumen«, Hamburg, Haft 6, 1954.
5. Dipl.-ing. H. Swietelsky: »Maschineller Einbau eines Verschnittbitumen-Rauhbelages«, »Bitumen«, Heft 6, 1954.
6. Dr. F. Schulz und Dr. G. Klingemann: »Über einfaches Verfahren zur Messung von Reibungsbeiwerten auf bituminösen Strassendecken«, »Bitumen«, Heft 9/10, 1954.
7. »Types of road surfacing and maintenance using tar or asphaltic bitumen«, Road Note No. 5., Boad Research Laboratory, H.M.S.O., London, 1950. (Reprinted 1955).
8. A. Haaren: »Teerstrassenbau im Walde«, »Allgemeine Forstzeitschrift«, 1954, Nr. 41/42, München.
9. J. Baron und P. Wery: »Über neure Entwicklungstendenzen im Teerstrasenbau«, Internationale Strassenteerkonferenz 1959, Bruxelles.
10. Dr. J. Daube: »Facteurs influencant le coefficient de frottement transversal«, Centre de Recherches Routières, Bruxelles, Publication F, 30/1958.
11. Ing. V. Heruc: »Iskustva u građenju asfaltnih kolovoza kod nas«, »Ceste i mostovi«, Zagreb, broj 7/1956.
12. The Road Tar Manual«, British Road Tar Association, London, 1951 (kao i svi novi prilozi tog priručnika do 1959).
13. »A B C des Teerstrassenbaus«, Beratungsstelle des Verkaufsvereinigung für Teererzeugnisse (VfT) A. G. Essen, 1958.
14. J. Masters: »Skid Testing on wet Roards«, »Road Tar«, London, March and June, 1958.
15. D. Morris: »A.6 Shap«, »Road Har«, London, June 1958.
16. R. Nicholas: »The Treatment of Sett-Paved Carriageways«, »Road Tar«, London, September, 1958.
17. Dr. H. Lüer: »The Progressive Development of Some Methods of Road Construction Using Tar in Germany During Recent Years«, »Road Tar«, London, September 1957.
18. Dr. A. R. Lee: »Recent Development in Asphalt Technology«, Lecture given to the Duach Association for Bituminous Construction in April, 1953.
19. »Ausfuhrung von rauhen und fahrsicheren bituminösen Strassendecken in Östereich«, Forschungsgesellschaft für das Strassenwesen, Wien, 1956.
20. G. Kampann: »Messung und Beurteilung von Reibungsbeiwertein auf bituminösen Decken, insbesondere auf Rauhbeläger«, »Bitumen«, Nr. 4, Hamburg, 1955.
21. Dr. Ing. J. Oberbach: »Teermischmakadam 1959«, »Strassenbau und Bautenschutz mit Steinkohlenteer«, VfT-Mitteilungen Essen, Heft 1/1959.

S naših i inostranih gradilišta

RINFUZNI PREVOZ CEMENTA AUTOTANKERIMA I SILAŽA NA GRADILIŠTU

U tehnički naprednim zemljama transport cementa iz tvornice do potrošača na stari način —pakovanjem u vreće — skoro je sasvim nestao. Na velikim gradilištima danas se više ne da zamisliti spora manipulacija oko istovara i uskladištenja cementa u papirnatim vrećama. Zemlje, koje raspolažu sa dobro razvijenom cestovnom mrežom, a pogotovo pri građenju u velikim gradovima, potpuno su odbacile transport i skladištenje cementa u papirnatim vrećama i danas ga vrše samo auto-tankerima. Vrlo često se u tu svrhu danas iskorišćuju plovni putevi, pa na gradilišta, povezana plovnim putevima, cement dolazi samo rinfuzno u specijalnim brodovima tankerima.

U Jugoslaviji do danas, taj u inostranstvu već odavno uvedeni način, još nigdje nije primijenjen. Međutim, poznato je, da se upravo natron papir za cementne vreće kod nas mora uvoziti, pa znatno opterećuje cijenu cementa. Isto tako primitivan način utovara, istovara, uskladištenja, te unutrašnjeg transporta cementa na gradilištu znatno poskupljuje cijenu betona.

Sve veća gradilišta u Zagrebu i Splitu, te ona duž automagistrale Zagreb—Beograd, Zagreb—Ljubljana, Zagreb—Rijeka i Jadranske turističke ceste, trebala bi

težiti, da napuste zastarjeli način utovara, istovara, prenosa i uskladištenja cementa u parinatim vrećama, te da u što skorijoj budućnosti prijeđu na suvremeni transport autotankerima.

Posljednjih godina se razvio nov sistem transporta cementa: Cement se rinfuzno transportira direktno iz tvornice do potrošača u rezervoarima pod pritiskom, koji su smješteni na kamionu, tako da otpada ambalaža. Cement se pneumatskim putem istovaruje na gradilištu i uskladištuje u specijalno građenim silosima, koji su opremljeni uređajem za doziranje cementa u miješalicu. Glavne prednosti tog sistema su ove:

— nisu potrebne papirnate vreće;
— utovar i istovar cementa je mnogo brži nego što je to moguće sa cementom u vrećama;
— ušteda je u radnoj snazi, jer vozač kamiona tovari i istovaruje kamion bez ičije pomoći;
— brži utovar i istovar znatno smanjuje vrijeme stajanja u tvornici cementa, te dopušta efektivniju upotrebu kamiona; osim toga, utovar je jednostavniji, a troškovi utovara su smanjeni;
— troškovi uskladištenja cementa na gradilištu su smanjeni;
— pri istovaru cementa ne svtvara se prašina;
— nema rukovanja praznim vrećama.

Kamioni s tlačnim rezervoarima

FAP — Priboj proizvodi standardni tip kamiona 6-GGF-L s tlačnim rezervoarima (v. sliku). Uz kamion se prikači prikolica sa 2 silosa od po 4,5 tone, tako da ukupna nosivost »Silovlaka« iznosi 16 tona.

Tehnički podaci vozila 6 — GGF-L

Motor:

— tip motora	Diesel četverotaktni
— broj cilindera	6
— maksimalna snaga motora	130 KS
— težina motora bez vode	610 kg

Šasija: 6-GL

— razmak osovine	4.600 mm
— razmak prednjih točkova	1.900 mm
— razmak zadnjih točkova	1.720 mm
— ukupna dužina	7.790 mm
— ukupna širina	2.350 mm
— dimenzije guma	11,00×20
— težina šasije	4.100 kg
— nosivost šasije	8.400 kg

Mjenjač

— 5 brzina unapred i 1 brzina unazad

Izvod iz mjenjača za pogon kompresora (mali pomoćni pogon za obrtnu pumpu) kod 2000 o/min motora ima 1120 o/min. Prenosi snagu 50 KS.

Tehnički opis silosa na autotankeru

Tehnički podaci:

Baza: 1 m³ cementa 1 tona (cement pomiješan sa zrakom).

Težina kompletne opreme za prijevoz cementa cca 1480 kg. Dopušteno opterećenje vozila 6 — GGF-L 8300 kg. Korisna nosivost vozila 7000 kg, t. j. 7 m³ cementa. Oprema: 2 komada silosa konusnog oblika zapremine 3,5 m³. Vrijeme pražnjenja oba sila cca 21 minut sa priključenjem cijevi za pražnjenje.

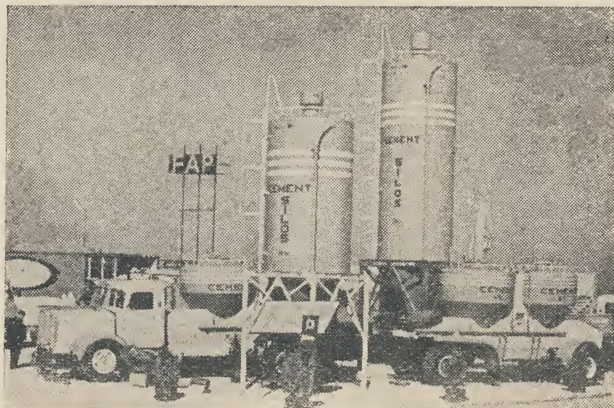
Kapacitet pražnjenja cementa 1 tona/min. Na vozilu je montiran rotacioni kompresor kapaciteta cca 3 m³ sa pritiskom od 3 at. Pogon kompresora se dobiva specijalnim izvodom iz mjenjača, snaga pogona 20 KS pri 800—1500 o/min, radni pritisak 2—2,5 at.

Konstrukcija silosa je vezana za šasiju vozila pomoću 8 nosača.

Između konstrukcije silosa i šasije mogu se montirati gumeni odbojnici zbog torzionih momenata, koji nastupaju u dužinskoj osi vozila kod neravnog terena.

Težište vozila od stajne površine je cca 1,8 m.

Dopuštena brzina u krivinama je do 25 km/h, a na ravnom putu do 60 km/h.



Opis opreme:

Na vozilu su montirana 2 komada silosa zapremine 2×3,5 m³ konusnog oblika, koji omogućava istovar cementa bez prethodnog miješanja, naprave za miješanje cementa nisu potrebne zbog konusnog ispusta.

Silosi imaju na gornjem dijelu otvor, koji služi za punjenje cementa. Otvor ima poklopac i gumeni zaptivač, koji se hermetički zatvara pomoću 3 zavrtnja dimenzije 28 mm. Silos je snabdijeven uređajem za kontrolu pritiska (membranski ventilmanometar). Na donjem dijelu nalazi se centralni izduvni izlaz; na gornjem dijelu montiran je uređaj za miješanje cementa sa zrakom.

Prilaz na otvor je moguć pomoću stepeništa i platoa, koji je montiran na silosu.

Silosi su podvrgnuti kontroli inspekcije za parne kotlove, radi nadpritiska.

Silosi su montirani na nosećoj konstrukciji, a ta je montirana na šasiji vozila. Konstrukcija je izrađena od valjanih profila i limova, električno varena.



Kapacitet usisivanja kompresora je 2 m³/min, s radnim pritiskom od 2—2,5 at. Kompresor dobiva pogon specijalnim izvodom iz mjenjačke kutije i prijenosom pomoću klinastog kajiša. Potrebna snaga za pogon kompresora je 20 KS pri 500—1800 o/min. Komprimirani zrak se prečišćava pomoću prečišćivača sa uljem i prečišćivača sa vodom i odlazi preko kontrolnih ventila u silos.

Sistem pražnjenja.

Na donjem dijelu silosa nalazi se centralni izlazni kanal, povezan za cijev, koja vodi do kraja automobila, gdje se nalazi spojnica sistema (storz 3). Od spojnice do stabilnog silosa se povezuje gumena cijev, koju vozilo nosi sa sobom na specijalnom određenom mjestu.

Osvjetljenje.

Sva radna mjesta se osvjetljuju reflektorima.

Postupak pražnjenja:

Napunjeni silosi sa cementom se dovode u blizinu stabilnih silosa. Priključiti cijevi za pražnjenje iz automobila na stabilni silos.

Uključiti kompresor i pumpati zrak u silos, koji je hermetički zatvoren.

Kada se u silosu postigne pritisak cca 2—2,5 at., otvori se otvor za pražnjenje i cement počinje da teče kroz cijev. Za sve vrijeme pražnjenja kompresor treba da radi.

Zrak pomiješan sa cementom protiče kroz cijev i ulazi u stabilan silos; cement se taloži u silosu, a zrak izlazi preko specijalnog filtera u slobodnu atmosferu.

Po završenom pražnjenju priključene cijevi se isključe i stave na određeno mjesto. Time je postupak pražnjenja završen.

Vrijeme pražnjenja s priključenjem i isključenjem cijevi traje 21 minut.

Stabilni silosi:

Za uskladištenje cementa na gradilištu postavljaju se posebni stabilni silosi ovih tipova i kapaciteta:

a) tip SCO 10 zapremina 10 m³—10 tona cementa,
b) tip SCS 14 zapremina 14 m³—14 tona cementa,
c) tip SCS 20 zapremina 20 m³—20 tona cementa,
d) tip SCS 24 zapremina 24 m³—24 tona cementa.

Silosi su snabdijeveni priključkom za pražnjenje (spojka storz). Svi su priključci na auto-silosu, tako da je prikujčenje uvijek moguće.

Na gornjem dijelu silosa se nalazi specijalni pročišćavač, koji dopušta izlaz samo zraka u atmosferu i ujedno sprečava izlaz cementa.

Postavljanje silosa je jednostavno; on se može postaviti pomoću automobilskog motora i čeličnog užeta ili dizalicom, koja se nalazi na gradilištu.

Svaki stabilni silos mora imati betonsku podlogu sa ubetoniranim zavrtnjima, koji služe za pričvršćivanje silosa protiv udara vjetrova.

Cijene silovlaka i skladišnih silosa »Dom« Kočevje:

tip SCS 10 sadržaja 10 tona cementa	Din 795 000
tip SCS 14 sadržaja 14 tona cementa	Din 860 000
tip SCS 20 sadržaja 20 tona cementa	Din 980 000
tip SCS 24 sadržaja 24 tone cementa	Din 1 090 000
Oprema za kamion, kompletno s kompresorom	Din 3 861 000
Kompletna prikolica	Din 6 380 000
Šasija kamiona FAP 6 — GF-L cca	Din 9 500 000
Šasija kamiona FAP 7 — GF-L cca	Din 11 900 000

Ekonomska analiza naših uvjeta za uvođenje rinfuznog prevoza cementa

U godinama neposredno po svršetku II. svjetskog rata otprema cementa rinfuza u svijetu razvija se sve više. Stanje rinfuza prijevoza cementa po podacima iz stručne literature bilo je u toku prošle godine:

USA	65,8%	ukupne otpreme,
Švedska	47,2%	„ „
Švicarska	29,0%	„ „
Zap. Njemačka	23,7%	„ „
Nizozemska	17,6%	„ „
Italija	12,1%	„ „
Francuska	11,4%	„ „
Austrija	7,1%	„ „
Belgija	5,6%	„ „

Prednosti rinfuza cemnta:

1. Uštede na troškovima
   a) papirnate ambalaže,
   b) smanjenja rasipanja cementa,
   c) utovara i istovara cementa.
2. Dobitak od cca 200 grama cementa po vreći, jer otpada težina vreće.
3. Sigurnije uskladištenje u silosima ili bunkerima.

Nedostaci rinfuza cementa:

1. Ovisnost o specijalnim vozilima.
2. Ograničena distancija prijevoza njegovom ekonomičnošću.
3. Volumensko umjesto težinsko mjerenje na gradilištu.
4. Nema oznake vrsta cementa niti proizvođača.

Mnoge od tih prednosti i nedostataka odrazit će se drugačije u našim uslovima nego u zemljama, gdje se rinfuza prijevoz cementa u posljednjim godinama osobito razvio. Zato će ekonomska analiza pojedinog slučaja u našim uvjetima dati orijentaciju u pogledu ekonomičnosti uvođenja rinfuza prijevoza cementa.

U ovom momentu u građevinarstvu NR Hrvatske uslove za rentabilan prijevoz rinfuza cementa imali bi u 1960. god. gradovi Zagreb i Split sa okolicom. Pretpostavlja se prema podacima potrošnje za posljednje četiri godine u Zagrebu 66 000 tona, u Splitu 45 000 tona godišnje, s tim, da daljina prijevoza od tvornice iznosi u oba grada prosječno 15 km.

Za navedna područja, s obzirom na spomenute količine cementa i daljinu prijevoza bilo bi potrebno:

— autotankeri s prikolicom kapaciteta 16 tona cementa, uz prosječnu brzinu vožnje 30 km/h, za punjenje i pražnjenje cementa po 1 minutu/tona, uz dnevno radno vrijeme 7 sati, a godišnje 8 mjeseci, što na daljinu od 15 km daje 4 obrta po kamionu dnevno ili 80 tona/dan.

Prema tome treba za Zagreb 5 auto-cisterni s prikolicom, a za Split 3 auto-cisterni s prikolicom, odnosno kapacitet prijevoza u Zagrebu iznosio bi 400 tona dnevno, a za Split 240 tona dnevno.

U samoj tvornici potrebne su neke manje investicije za silose, iz kojih se tovare autocisterne, koje prema proračunu »Juceme« iznose cca 25 miliona dinara po tvornici, tako da bi investicije tvornice cementa iznosile:

	Investicije			
	Autocist.	Kamioni	U tvornici	Ukupno
Zagreb »Sloboda«	5	100	25	125
Split »Dalmacem«	3	60	25	85
	8	160	50	210

Ukupne investicije tvornice cementa povratile bi se zajednici samo uštedom na vrećama za cca 3 godine.

Ukupno bi trebalo investirati u poduzećima:

— za 34 gradilišta silosa od 20 tona a 1 milion	34 miliona
— za 34 dozatora za cement i agregat a 0,65 miliona	22,1 milion
Ukupno:	56,1 milion

Rentabilnost investicija:

Zbog što strožije ocjene rentabilnosti investicija građevne operative za uvođenje rinfuze cementa uzimamo u račun samo uštedu, koja će nastati ukidanjem ručnog utovara i istovara cementa u vrećama. Sniženje cijene kg cementa, koje će nastati kod proizvođača ukidanjem troškova za natron papir, ne uzimamo u obzir, jer se time pokrivaju investicije proizvođača — tvornice cementa, a ne građevne operative.

Na godišnju količinu od 66 000 tona u Zagrebu i 45 000 tona u Splitu = 111 000 tona iznose troškovi ručne manipulacije u vrećama 111 000 tona×930 Din = = 103 230 000 Din.

Kako ukupne investicije građevnih poduzeća u silose i dozatore na gradilištu iznose 56,1 milion Din, izlazi, da bi se za 6 mjeseci isplatile sve investicije građevne operative pri prijelazu na rinfuzni prijevoz cemnta.

Analiza cijene (kalkulacija) za ručni utovar i istovar 1 kg cementa glasi:

R. br.	Opis rada	Jedinične mjere	Količina	Jedinične cijene	Iznos Din
1.	Ručni utovar cementnih vreća u kamion R II	h	0,0012	74.—	0,9
2.	Ručni istovar cementnih vreća iz kamiona i prenos do skladišta na daljinu 50 m R II	h	0,0031	74.—	0,23
				Svega	0,31
			×faktor 3		0,93 Din/kg
					930.— Din/tona

Sve ovo je rađeno pod pretpostavkom, da pogonski troškovi po toni/km ostaju jednaki pri prijevozu 1 tone cementa u vrećama običnim kamionom ili 1 tone cemnta autotankerima. (U građevnoj operativi danas iznose pogonski troškovi kamiona cca 88 Din za 1 tonu/km).

Konačno je važno napomenuti, da u ovom računu rentabilnosti nisu uzete u obzir uštede, koje će se odraziti općenito u građevinarstvu povećanjem produktivnosti rada, postizavanjem boljeg kvaliteta, bržeg građenja i smanjenjem nekvalificirane radne snage, što se sada još novčano ne može izraziti, ali će svakako utjecati na sniženje cijena građevinskih radova.

Milan Jančiković

Iz inozemnih časopisa

LJETNA POZORNICA NATKRIVENA JASTUKOM OD NAJLONA

(Engineering News-Record, New York, avgust 1959.)

Ljetna pozornica kazališta u Bostonu, koja u tlocrtu ima oblik kruga promjera 44 m, dobila je krov od najlona u obliku velikog jastuka ili leće (vidi sliku).

Glavne su prednosti ovog krova nad uobičajenim izvedbama (šatorom) ove: lako postavljanje i sklapanje (u slučaju uragana i sl.), dobra akustička svojstva, velik slobodan prostor bez srednjeg stožera.



Ustvari, taj krov od najlona je samo privremen. U budućnosti se kani nad pozornicom izvesti kupola od armiranog betona, pri čemu bi najlonski jastuk služio kao oplata. Temelji zgrade i čelični stupovi dimenzionirani su tako, da će moći nositi betonski krov. Glavni razlog za takvu etapnu izgradnju čini se da je taj, što je teren, na kojem je podignuta pozornica, vrlo loš (baruština i svjež nasip). Smatra se, da najlonski krov i čelična konstrukcija zidova nisu osjetljivi za sjedanje temelja, dok će se definitivni betonski krov izvesti tek poslije nekoliko godina, kad se završi proces sjedanja.

Najlonski krov se sastoji od gornje i donje sferičke membrane, koje su spojene patentnim zatvaračem (»rajsferšlusom«). Materijal je otporan na vatru. Šupljina (visina) leće u sredini iznosi 6 m, što odgovara promjeru zakrivljenosti membrane 78 m.

Jastuk je napunjen zrakom pod niskim pretlakom (0,0014 kg/cm^2). Pretlak podržavaju na istoj visini dva ventilatora kapaciteta 85 m^3 zraka/sec, koja su spojena s krovom cijevima promjera 60 cm. Na vrhu krova (u sredini gornje membrane) predviđen je otvor, kojim je omogućeno neprekidno ventiliranje i hlađenje jastuka.

U vezi s velikom kubaturom pohranjenog zraka i niskim pretlakom, krovni jastuk nije osjetljiv na propuštanje i oštećenja membrana. Kroz manje pukotine zrak bi se ispraznio tek kroz više sati ili dana. Ni tada, kad bi se jastuk posve ispraznio, ne bi došlo do rušenja krova, najlonske membrane ostale bi visjeti na čeličnom serklažu.

Krov je vrlo lagan, ukupna težina iznosi oko 2,5 kg/m^2. Montiran je u rekordnom vremenu od 5 sati.

B. P.

Iz Društva građevinskih inženjera i tehničara N R Hrvatske

EKSKURZIJA PO NR HRVATSKOJ I NR BOSNI I HERCEGOVINI

Zagrebačka podružnica Društva građevinskih inženjera i tehničara NR Hrvatske organizirala je od 25. X. do 2. XI. 1959. god. stručnu ekskurziju po Narodnoj republici Hrvatskoj i NR Bosni i Hercegovini. Na ekskurziji je bilo 24 učesnika različitih poduzeća i projektnih organizacija. Cilj ekskurzije je bio: razmjena iskustava na raznim gradilištima i upoznavanje s gotovim objektima i kulturno-historijskim znamenitostima.

Putovanje je izvršeno Putnikovim autobusom u ovim etapama:

25. X. Zagreb—Banja Luka—Jajce. Kratko zadržavanje u Banjaluci i razgledavanje hidrocentrale Jajce I.

26. X. Jajce. — Zenica—Sarajevo.

Razgledavanje našeg giganta teške industrije — Željezare u Zenici.

27. X. Boravak u Sarajevu. Uz odlično organizirano stručno vodstvo domaćina u razgledavanju grada, izvršen je uz ostale objekte i obilazak gradilišta novog stambenog naselja »Grbavica II«.

Na tom su gradilištu uočene, iako nešto sitne, ali mnoge novosti u organizaciji izvođenja, a posebno u racionalnoj primjeni različitih građevinskih materijala, što bitno utječe na koštanje stambenih objekata.

28. X. Sarajevo—Jablanica—Mostar—Dubrovnik.

Na ovoj etapi posebno impresivnu sliku ostavlja gradilište najteže dionice nove željezničke magistrale Sarajevo—Ploče na potezu Konjic—Bradina. Iako je kiša ometala razgledavanje tog velikog gradilišta, ostali su duboki utisci smjelog pothvata, kakav je u prošlosti smatran za neostvarljiv.

29. X. Boravak u Dubrovniku.

Taj dan iskorišten je za razgledavanje gradnje gradskog vodovoda i kulturno-historijskih znamenitosti grada.

30. X. Dubrovnik—Ploče—Split.

Cestom uz more, djelomično dionicama nove još nedovršene Jadranske magistrale put je vodio do nove luke u Pločama. Pri razgledavanju gotove luke kao i dijela luke u izgradnji, učesnici su upoznati i sa planovima za konačno dovršenje ove naše izvozne luke, posebno u vezi sa dovršenjem željezničke magistrale Sarajevo—Ploče.

31. X. Boravak u Splitu.

Razgledavanje HE — Split u Zakučcu kod Omiša i prolaz preko dionice Jadranske magistrale Omiš—Split, na kojoj su radovi u punom toku. Razgledavanjem gradilišta stambenog naselja i velikih kulturnih znamenitosti završen je boravak u Splitu.

1. XI. Split—Šibenik—Zadar—Karlobag.

Nakon razgledavanja Šibenika, prijelaza preko novog mosta u Skradinu i kratkog zadržavanja u Zadru, put je vodio novom cestom Jadranske magistrale do skelskog prijelaza preko morskog tjesnaca kod Maslenice. S obzirom na to, da je već bio sumrak nije bilo zadržavanja na gradilištu mosta preko ovog tjesnaca nego su učesnici ukratko upoznati sa glavnim karakteristikama ovog velikog objekta Jadranske magistrale.

2. XI. Karlobag—Rijeka—Karlovac—Zagreb.

Posljednji dan ove ekskurzije prošao je u vožnji po gotovom dijelu Jadranske ceste, razgledavanju gradilišta na Rijeci i povratku preko Karlovca u Zagreb.

Put je bio dobro organiziran što se tiče odabranog smjera i smještaja i ekskurzija je u svakom pogledu uspjela. Posebno treba naglasiti gostoljubivost i odlično stručno vodstvo domaćina u Sarajevu, Pločama i Splitu, koji su naročito doprinjeli uspjehu ove ekskurzije.

Ovom prilikom treba naglasiti, da su neka poduzeća ovu akciju u neku ruku podcijenila, što se vidi po broju i sastavu učesnika. *D. H.*

IZVJEŠTAJ

o djelovanju prof. Jean Nougaro-a za njegovog boravka u Zagrebu 23. i 24. XI. 1959.

Prof. Jean Nougaro, inženjer I. E. T. doktor znanosti, laureat francuske akademije znanosti, predaje na Univerzitetu u Tuluzi na Visokoj narodnoj školi za elektrotehniku, elektroniku i hidrauliku u Tuluzi, te je direktor hidrauličkih i aerodinamičkih laboratorija u Tuluzi. Osim toga vrši još neke važne funkcije. Publicirao je veliki broj originalnih radova.

Prof. Nugaro stigao je u Zagreb iz Splita, nakon što je održao predavanje i konsultacije u ovim gradovima Jugoslavije: Ljubljani, Beogradu, Sarajevu i Dubrovniku. Glavni organizator dolaska prof. Nugaro-a u Jugoslaviju je Vodogradbeni laboratorij univerziteta u Ljubljani.

Djelovanje prof. Nougaro-a u Zagrebu provedeno je u zajedničkoj organizaciji Fakulteta A. G. G., Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Elektrotehničkog društva Hrvatske — podružnica Zagreb i Društva građevinskih inženjera i tehničara — podružnica Zagreb.

1. U Zajednici elektroprivrednih poduzeća Hrvatske posvećena je među ostalim razgovorima naročita pažnja pitanju kolaboracije na podizanju kadrova i na rješavanju hidrauličkih problema između Francuske i Jugoslavije, a napose između Visoke narodne škole za elektrotehniku, elektroniku i hidrauliku u Tuluzi i ustanova, koja su sudjelovale u organizaciji dolaska prof. Nugaro-a u Zagreb. Postoji pet raznih mogućnosti za tu kolaboraciju:

(1) Stipendije Tehničke pomoći sa trajanjem od mjesec dana do 10 mjeseci za profesore i inženjere, kao i za postdiplomske studije inženjera, koji su upravo diplomirali.

(2) Izmjena stručnjaka u izravnom sporazumu između zainteresiranih ustanova ili poduzeća s obje strane, koji se prema tomu odnosi na profesore i inženjere, koji bi željeli vršiti istraživanja u hidrauličnim laboratorijima u Tuluzi i upoznati realizacije u Francuskoj sa tog područja u gradnji i u pogonu, i obratno.

(3) Moguće je da naši profesori i inženjeri dođu po direktnom sporazumu na rad u tuluške laboratorije, pri čemu bi bili plaćeni kao francuski inženjeri. Obrađivali bi predmete vlastitog interesa u kolaboraciji sa stručnjacima pomenute laboratorije ili bi vodili istraživački rad, koji je preuzela pomenuta laboratorija. Taj staž predviđa se najviše u trajanju od jedne školske godine, t. j. od oktobra do kraja juna, te bi se samo iznimno mogao produžiti. Ako bi pomenuta osoba došla u svom radu do interesantnih rezultata, mogla bi ih publicirati pod svojim imenom ili ih iskoristiti kao doktorsku tezu.

(4) Postdiplomski studij za diplomirane elektroinženjere, koji bi odmah poslije dobivanja svoje diplome došli u Tuluzu, završili kurs s trajanjem od jedne školske godine, kojim bi se uputili u upoznavanje hidraulike za elektroinženjere i tako dobili diplomu inženjera hidrauličara Visoke narodne škole za elektrotehniku, elektroniku i hidrauliku u Tuluzi. Financiranje bi se moralo vršiti iz Tehničke pomoći po stipendijima za studente, koji omogućuju primjeran život osobama upisanim u neku visoku školu zbog naročitih prednosti, koje bi takova osoba kao student uživala za smještaj i hranu u »Studentskim gradovima«.

(5) Pojedina istraživanja mogla bi se vršiti paralelno u hidrauličkim laboratorijima u Zagrebu i u Tuluzi. Jedan takav sporazum o kolaboraciji već je u toku izvršenja između Vodogradbenog laboratorija u Ljubljani i Visoke narodne škole za elektrotehniku, elektroniku i hidrauliku u Tuluzi.

Moje je mišljenje, da treba naročitu pažnju posvetiti t. 4., jer ona stvara mogućnost, da mladi inženjeri elektrotehničari dobro upoznaju ona područja hidraulike, koja su važna za izgradnju i eksploataciju vodnih snaga, pa bi poslije toga mogli kompleksnije rješavati probleme, u kojima je elektrotehnika bitno povezana sa hidraulikom.

2. Prof. Nougaro posjetio je generalnog konzula Francuske Republike u Zagrebu, te su tom zgodom vođeni razgovori o pitanjima kulturnih veza između Francuske i Jugoslavije.

3. U Dekanatu A. G. G. Fakulteta razgovor se kretao oko stručnih problema, oko pitanja školskog rada i kolaboracije na uzdizanju stručnjaka.

4. Prof. Nougaro održao je predavanje u dvorani ZEPH o prelaznim režimima na kanalima sa slobodnom površinom. Tretirano je bilo pitanje proračuna visine propagacijskog vala, brzine kretanja tog vala i njegovog prigušivanja. U obzir su uzete i parazitne pojave. Posebno je tretiran problem propagacijskog vala u kanalu sa slobodnom površinom, usred kojeg se nalazi sifon (tunel pod tlakom). Prof. Nougaro je iznio, koje su najbolje formule i najbolji postupci za rješavanje pojedinih problema. Naročito je istaknuo, da se ti problemi od najnovijeg vremena u Tuluzi

rješavaju upotrebom magnetskog ordinatora I. B. M. — 650. Potrebno radno vrijeme za rješavanje pojedinog problema skraćuje se na 1/50, a u nekim slučajevima i 1/100 vremena, koje bi bilo potrebno za rješenje istog zadatka numeričkim i grafičkim postupkom.

Poslije predavanja održana je široka diskusija.

5. Drugog dana održana je konsultacija u prostorijama Elektroprojekta, na kojoj su sudjelovali stručnjaci iz ovih ustanova, odnosno poduzeća: Elektroprojekta, A. G. G. Fakulteta, Instituta za elektroprivredu i Hidroprojekta.

Predmeti ove konsultacije bili su ovi:

— Električna analogija u primjeni za studiju protjecanja vode kroz porozni teren.

— Propagacijski val, koji se lijepi na strop gravitacijskog tunela i zatvara između vode i obloge tunela velike mjehure zraka.

— Otpornost bokova i dna kanala protiv erozije kao funkcija brzine proticanja i propagacijskih valova.

— Zavisnost turbulencije, napose smještaja centralne zone proticanja u turbulentnom režimu, o razlici u hrapavosti lijevog i desnog boka na kanalu.

— Uporedba prikladnosti reduciranih modela sa distordiranim mjerilom sa modelima bez distorzije mjerila.

— O problemima u ispitivanju i istraživanju, koji se vrši za projekt odvodnog tunela HE Senj (teoretski postupak i modelsko ispitivanje).

6. 24. XI. u 18 sati održao je prof. Nougaro u velikoj predavaonici DIT-a predavanje o nestalnim i nepravilnim gibanjima vode u kanalima sa slobodnom površinom.

Posebno su u predavanju tretirani ovi problemi:

— Pojava virova, izazvano uzvišenje razine vode, uspoređivanje rezultata raznih formula za proračun toga uzvišenja i rezultata mjerenja na modelu. Izbor najpogodnije formule za razne slučajeve.

— Vodni skok nad uzvišenim pragom u koritu, basen za amortizaciju kinetičke energije vode. Proračun visine vodnog skoka i njegove dužine.

Nakon predavanja održana je šira diskusija.

Svu dokumentaciju, koja se odnosi na održana predavanja i na probleme dodirnute u diskusijama i na konsultaciji, publikacije i teze, prof. Nougaro će dostaviti dru. Frankoviću, profesoru A. G. G. Fakulteta. Što se tiče izmjene stručnjaka i kolaboracije, stavit će se Elektroprojekt izravno pismenim putem u vezu sa Visokom narodnom školom za elektrotehniku, elektroniku i hidrauliku u Tuluzi.

Ing. Marijan Leskovar

Bibliografija

NAŠE GRAĐEVINARSTVO, god. XIII., br. 10, oktobar 1959., Beograd: Pirog: Stanbena izgradnja u Poljskoj. — Trojanović: Zakoni sličnosti statičkih veličina, deformacija i napona grednih sistema i uklještenih lukova istog tipa za uticaje osnovnih opterećenja i promene stanja, II. — Pajević: Zaparivanje betona.

NAŠE GRAĐEVINARSTVO, god. XIII., br. 11, novembar 1959., Beograd: Hlitčijev, Naerlović: Jedno rešenje ravnog problema teorije elastičnosti. — Jež-Gala: Primena aluminijumovih legura kod nosećih konstrukcija u građevinarstvu, II. — Rosman: O naponskom i stabilitetnom problemu lateralno pomičnih okvira u visokogradnji. — Društvene vesti.

GRADBENI VESTNIK, god. X, 1958/59., br. 65—66, Ljubljana: Stepančić: Analiza svežega betona. — Čačovič: Prispevek k določitvi deformacijske linije grednega nosilca s spremenljivim vztrajnostnim momentom. — Ozvald: Neposredno ugotavljanje nevarnosti prevrnitve opečnih tovarniških dimnikov. — Hladnik: Domači materiali za pode na bazi polivinilklorida. — Dolničar: Kritična presoja lokacije obratov z tehniškomi odplakami v LRS. — Bidovec: O delu in razvoju hidrometeorološke službe.

GRADBENI VESTNIK, god. X, 1958/59., br. 67—70, Ljubljana: Bajželj: Ob 40-letnici Komunistične partije Jugoslavije. — Jerman: Smotrnejša in hitrejša gradbena proizvodnja. — Rupret: Principi organizacije gradbenega podjetja. — Biro za stanovanjsko in komunalno izgradnjo: Stanovanjsko projektiranje s stališča družbene ekonomike. — Projekt 32-stanovanjskega bloka s trgovskimi lokali in 45-stanovanjski stolp. — Vehovar: Idejni urbanistični načrt mesta Celja. — Lah: Urbanistični načrt mesta Celja v luči vodnega gospodarstva. — Rupret: Reorganizacija gradbeništva v Celjskom okraju — Tehnična priprava in ureditev gradbišča »Stolpičev S — 20« V. Celju: Žlajpah: a) Organizacijska shema gradbišča; Šterbenc: b) Konstrukcijski elementi stolpičev; Cijan: c) Plani — Didek: Rekonstrukcija tovarne emajlirane posode v Celju — Didek: Skladišče hmelja v Žalcu — Didek: Rekonstrukcija železarne Štore — Rupret: Racionalizacija transporta opeke.

PUT I SAOBRAĆAJ, god. V. br. 5, maj 1959., Beograd: Četvrto zasedanje radne grupe za razvoj putne mreže u jugoistočnoj Evropi. — Milivojević-Kukoljac: Neka iskustva sa gradnje aerodroma Beograd kod Surčina. — Todorović: Građenje puteva u Norveškoj, Finskoj i Švedskoj. — Naša štampa o putevima: Izgradnja puteva u Štikovu i Božetićima. Službeni deo: Evidencija i statistika saobraćajnih nezgoda na putevima. Iz Uprave za puteve NRS: Postavljenja (Unapređenja) Periodske povišice.

CESTE I MOSTOVI, god. VII., br. 8, kolovoz 1959., Zagreb: Baeschlin: moderne čelične mostogradnje. — Predaja prometu Mosta Slobode u Zagrebu. — Temme: Prosuđivanje valjanosti kamena tucanika. — Esih: Cestovni promet u NR Bosni i Hercegovini. — Dr. V. E.: Autocesta Zagreb—Sarajevo—Skopje. — Esih: Rimske ceste i miljokazi u Dalmaciji. — Jelinović: Problemi javnog prometa. — Šporčić: In memoriam Ing. D. Mandlu. — Cesta kao društveni faktor. — Ceste i mostovi u našoj štampi. — Ceste i mostovi po svijetu. — Zanimljivosti.

CESTE I MOSTOVI, god. VII., br. 9—10., Zagreb: Dragović: Studijsko putovanje direktora Uprava za puteve u SAD. — Tonković: Most Slobode na Savi u Zagrebu. — Rechter: Neki aspekti izgradnje saobraćajnica u Australiji. — Jelinović: Problemi javnog prometa (konac). — Mavrinac: O 150-godišnjici Lujzinske ceste. — Rucner: Pravni propisi obzirom na motorna vozila. — Esih: Ceste i promet u starom Rimu. — Kotur: Ekskurzija cestara Tehničke Sekcije u Zagrebu. Ceste u svijetu. Naše ceste i mostovi u našoj štampi. Zanimljivosti.

ISPRAVAK

U članku »Erega: Konstruktivne osobitosti mostova od lakih metala« objavljenom u broju 11/1959. ovog časopisa, oznake na str. 350 desni stupac, treći redak odozdo, treba da glase $1 : K_s = f_s/l_s$; $1 : K_k = f_k/l_k$ umjesto $K_s = f_s/l_s$; $K_k = f_k/l_k$.





KONKURSNA KOMISIJA

DIREKCIJE ZA MELIORACIJE U NR MAKEDONIJI

SKOPJE

raspisuje

KONKURS

za popunu slijedećih službeničkih mjesta u projektantskom birou »Hidromeliorator« — Skopje

I. GRAĐEVINSKIH INŽENJERA

1. Tri šefa projektantskih grupa sa ovlašćenjima za projektovanje sa preko 10 godina projektantske prakse na hidrotehničkim i meliorativnim objektima.
2. Tri samostalna projektanta, isto kao pod I-1, iznad 5 godina prakse.

II. GRAĐEVINSKIH INŽENJERA — konstruktivnog smjera:

1. Šef projektantske grupe, sa ovlašćenjem za projektovanje sa preko 10 godina projektantske prakse.
2. Samostalni projektant, kao i pod I-2.

III. GRAĐEVINSKIH NŽENJERA za organizaciju gradnje:

1. Šef grupe, sa ovlašćenjem za projektovanje sa preko 10 godina prakse.
2. Samostalni projektant, sa ovlašćenjem za projektovanje sa preko 5 godina prakse.

Za više radnih mjesta obezbjeđuju se stanovi. Kandidati koji reflektiraju na stan, da to navedu u molbama.

Osnovna plaća po Zakonu o javnim službenicima, položajna i posebni dodatak po rješenju ove direkcije. U izuzetnim slučajevima i po ugovoru.

Konkurs traje do 15. decembra 1959. godine. Ukoliko se mjesta ne popune, ostaje otvoren do popune. — Taksirane molbe, sa dokumentima po čl. 31 ZJS. podnose se Sekretarijatu direkcije, ulica »11 Oktobar« broj 37, III. kat, soba broj 331.